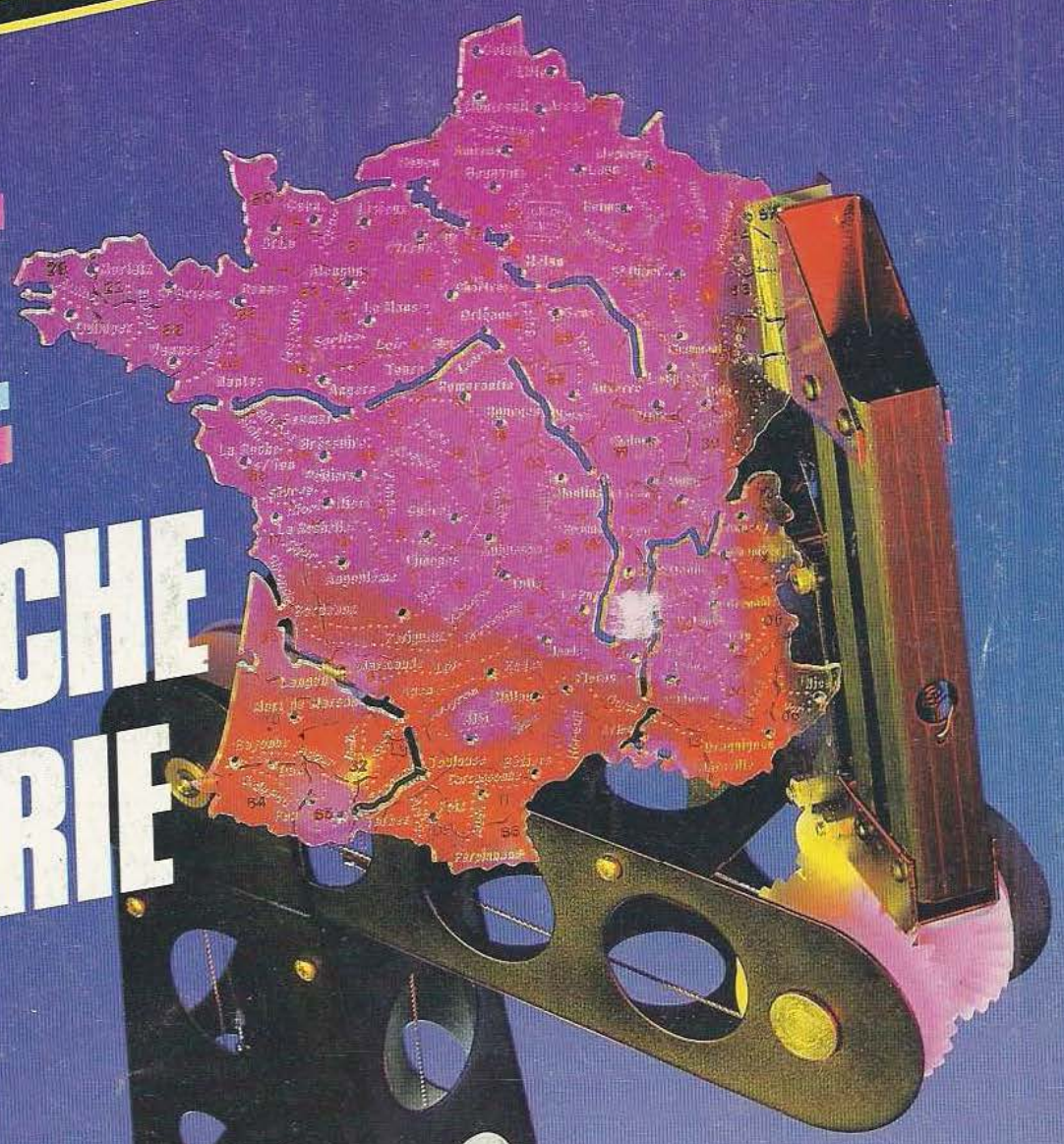
ISSN 0760-6354
16 F
N° 8
Juin 84

Micro et Robots

LE MAGAZINE DE LA MACHINE INTELLIGENTE

Trois automates comparés

SPECIAL RECHERCHE INDUSTRIE



les chances de la robotique française

Belgique : 130 F.B.
Suisse : 5.60 F.S.
Canada : 2.25 $

T2351-08-16,00 F

ROBOTMANIA

B.P. 3 06740 CHATEAUNEUF TEL.: 16 (93) 42.57.12

Assemblez vous-même votre premier robot

Toute une gamme à partir de 129 F

Revendeurs, contactez-nous pour distribuer ces fabuleux produits révolutionnaires. Pas de risque de stock, nous le maintenons pour vous, pour en savoir plus, téléphonez au 16 (93) 42.49.98 ou écrivez-nous.

Découvrez les multiples fonctions de la robotique

SKIPPER MECHA 129 F
Le plus simple, se déplace rapidement en claudiquant sur ses deux jambes.

SOUND SKIPPER 199 F
Le modèle précédent équipé **d'un micro ampli** qui le fait réagir à chaque bruit assez fort.

TURN BACKER 299 F
Se déplace sur ses 6 jambes et effectue un quart de tour à chaque fois qu'il perçoit un bruit assez fort par son **micro** très doué pour les slaloms.

LINE TRACER 299 F
Se déplace sur 3 roues et suit seul une ligne tracée sur le sol, grâce à une **cellule photo-sensible.**

PIPER MOUSE 329 F
Se déplace sur trois roues montées sur amortisseurs et réagit à chaque coup de sifflet grâce à son **détecteur d'ultrasons.**

AVOIDER 329 F
Se déplace sur 6 jambes et évite les obstacles placés sur son chemin grâce à son **détecteur à infrarouges** très doué aussi pour le slalom.

CIRCULAR 549 F
Il avance, tourne sur lui même en glissant sur deux grands disques caoutchoutés. Il est livré avec une radiocommande.

MEMOCRAWLER 599 F
Le plus intelligent de la famille, il avance, tourne des deux côtés émet un bruit ou s'allume en fonction du **programme entré en mémoire** à partir d'un clavier: (RAM 256×4 bits). Un jeu fantastique qui se déplace sur trois roues.

Ces robots fonctionnent à l'aide de piles standards qui ne sont pas livrées avec les kits.

Offre spéciale de lancement

Votre robot ou le catalogue gratuit chez vous dans 48 h, en téléphonant au (16) 93 42.57.12

MODÈLES	PRIX
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
Participation aux frais de port et d'emballage	**20 F.**
Total à payer:	

MR6

Bon de commande ou demande de catalogue gratuit à renvoyer à ROBOTMANIA, B.P. 3 - 06740 CHATEAUNEUF

NOM .....

ADRESSE .....

.....

CODE POSTAL .....

VILLE .....

Demande de catalogue gratuit ☐ Règlement : Je joins ☐ un chèque bancaire ☐ CCP 3 volets (ordre CIS-ROBOTMANIA)

☐ Je préfère payer au facteur à réception (en ajoutant 20 F pour frais de contre-remboursement).

N° 8
JUIN 84

Où en est la robotique française? Plutôt que de faire un bilan industriel qui en aurait révélé les faiblesses que chacun connaît, nous nous sommes intéressés à ce que cette robotique pourrait être dans un futur très proche, à travers certains aspects des recherches en cours, d'une part, à travers quelques exemples de produits issus d'un transfert recherche-industrie réussi, d'autre part. Restaient, enfin, à livrer quelques points de vue industriel, économique et social qui ne pouvaient exclure une part importante de prospective et d'espoirs très clairement exprimés.
(Photos : Pascal Cossé)

Sommaire

RUBRIQUES

4 Editorial
7 A vos raquettes !
8 Toulouse : les produits du transfert
18 Composants robotiques
23 Notes
24 Informatique
27 Vente au numéro
28 Petites annonces
29 Industrie
58 Robots d'enfants !
66 Cybernoïd en perspective
77 Service lecteur
79 Bulletin d'abonnement
100 Bibliographie

INDUSTRIE

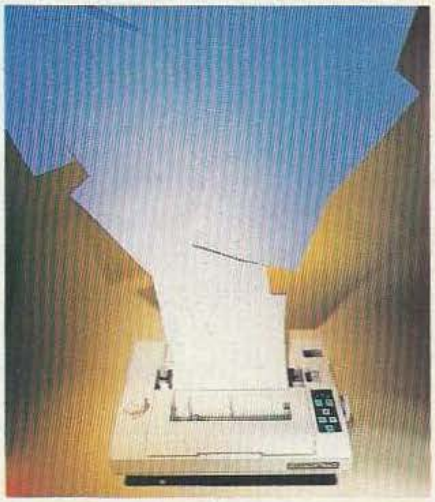
16 L'état de la robotique
20 La robocratie?
30 L'offre française
35 Le langage LM
42 Midi-robots
45 Les robots du métro
48 L'ADI et la robotique
50 Trois robots de formation
60 La robotique agricole
64 Renault Automation
68 Systèmes automatisés

COMPARATIF

52 Trois automates programmables

TESTS

72 Le terminal Microscribe
94 L'imprimante Colortrace



REALISATIONS

80 Un automate programmable
86 Une alimentation à découpage

Micro et Robots est édité par la Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques, société anonyme au capital de 120 000 F. **Administration-Rédaction-Ventes :** 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19. Tél.: 200.33.05. Télex : PGV 230472F. **Publicité :** S.A.P. 70, rue Compans, 75019 Paris. Tél.: 200.33.05. **Abonnements :** 2 à 12, rue de Bellevue. 75940 Paris Cedex 19. Tél.: 200.33.05. 1 an (11 numéros) : 145 F (France), 190 F (étranger). Directeur de la publication : A. Lamer. Rédacteur en chef : J.-C. Hanus. Rédacteur en chef adjoint : Ph. Grange. Abonnements et promotion : Solange Gros. Comité de rédaction : C. Ducros, B. Fighiera, A. Joly, Ch. Pannel. Ont collaboré à ce numéro : C. Beaudrap (maquette), P. Cossé (photos), C. Bugeat, B. Coriat, S. Labrune, E. Lémery, G. Millet, J.F. Miribel, M. Rembauville, C. Tavernier, W. Verleyen. Composition : S.P.B.P. Distribution : Transport Presse. Imprimerie : S.N.I.L. La Rédaction de Micro et Robots décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs. Les manuscrits publiés ou non ne sont pas retournés. «La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective», et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droits ou ayants-cause, est illicite» (alinéa premier de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.» Commission paritaire : 65637. Numéro d'éditeur : 811. Dépôt légal : juin 84.

EDITORIAL

Les chances de la robotique française ne sont pas, et beaucoup s'en faut, les mêmes que celles de la robotique en France. Au-delà du jeu de mots, il s'agit de bien mesurer la différence entre une offre internationale et un marché national à peine éclos. Dans un contexte économique général difficile, il est vrai, les pleureuses de circonstance ne manquent pas, pas plus que les défaitismes troubles dont certains médias se font complaisamment les échos. On sait bien, et depuis longtemps, où se situent les faiblesses de la France : l'acharnement thérapeutique n'y fera rien ! A ressasser certains échecs la perversion s'installe qui démobilise et rend frileux. Bref, on ne peut pas faire l'Histoire sans accepter toutes les strates qui la structurent, aussi bien celles des hommes et des idées que celles... des robots. Première et deuxième générations : une couche faite de robots lourds et coûteux dont nous n'avons guère pu maîtriser la mécanique. De la France on retiendra surtout quelques constituants privilégiés : moteurs, vis à billes, réducteurs... Troisième génération : celle de l'intelligence. Et là, personne (sauf peut-être les Anglais, mais dans d'autres circonstances), n'ose douter de nos compétences en la matière. L'intelligence, artificielle ou pas, vibre aux trois couleurs : d'ailleurs on est toujours plus malin quand on a le ventre creux... L'intelligence, les robots de demain en seront fatalement dotés, surtout si on les lâche dans la nature, et leurs fonctions cognitives coûteront cher. En cela le projet R.A.M. nous ouvre des possibilités industrielles nouvelles et passionnantes pour lesquelles A.R.A nous a bien préparés. On le verra tout au long de ce numéro résolument optimiste : nos atouts ne manquent pas et la sensibilisation à la robotique va beaucoup plus loin qu'on ne le pense !..

La Rédaction

COMMENT COMPRENDRE LES MICROPROCESSEURS ET LEUR FONCTIONNEMENT.

EXECUTER "PAS A PAS" UN PROGRAMME. CONCEVOIR ET REALISER VOS APPLICATIONS ?

Le **MICRO-PROFESSOR** ™ structuré autour du **Z-80** ® vous familiarise avec les microprocesseurs.
Son mini-interpréteur « **BASIC** » est une excellente initiation à la micro-informatique.

Le **MPF-1**, matériel de formation, peut ensuite constituer l'unité centrale pour la réalisation d'applications courantes ou industrielles.

C.P.U. : MICROPROCESSEUR Z-80 ® haute performance comportant un répertoire de base de 158 instructions.
COMPATIBILITE : Exécute les programmes écrits en langage machine Z-80, 8080, 8085.
RAM : 2 K octets, extension 4 K (en option).
ROM : 4 K octets "Moniteur" + Interpréteur BASIC

MONITEUR : Le MONITEUR gère le clavier et l'affichage, contrôle les commandes, facilite la mise au point des programmes ("pas à pas", "arrêt sur point de repère", calcul automatique des déplacements, etc.)
AFFICHAGE : 6 afficheurs L.E.D., taille 12,7 m/m

INTERFACE CASSETTE : Vitesse 165 bit/sec. pour le transfert avec recherche automatique de programme par son indicatif.
OPTION : extension CTC et PIO.
CLAVIERS : 36 touches (avec "bip" de contrôle) dont 19 touches fonctions. Accès à tous les registres.
CONNECTEURS : 2 connecteurs 40 points pour la sortie des bus du CPU ainsi que pour les circuits CTC et PIO Z-80.

MANUELS : 1 manuel technique du MPF-1. Listing et manuel avec applications(18)

Matériel livré complet, avec son alimentation, prêt à l'emploi.

"MICROPROFESSOR" est une marque déposée MULTITECH
Pour tous renseignements : Téléphone : 16 (4) 458.69.00

ZMC

Z.M.C. 11 bis, rue du Colisée - 75008 PARIS
Veuillez me faire parvenir :
☐ MPF - 1B au prix de 1.495 F T.T.C.
☐ MPF - 1 Plus au prix de 1.995 F T.T.C.
avec notices et alimentation - port compris.

Les modules supplémentaires :
☐ Imprimante B ou Plus - 1.095 F port compris
☐ Programmateur d'EPROM - B - 1.595 F port compris
☐ Programmateur d'EPROM - Plus - 1.795 F port compris
☐ Votre documentation détaillée.

NOM : _____

ADRESSE : _____

_____

Ci-joint mon réglement (chèque bancaire ou C.C.P.)
Signature et date :

M&R

Service lecteur : cerclez 102

TECHNIQUES VISUELLES

Notes

LE SAVOIR OU PAS...

«C'est non. Vous ne trouverez pas de micro-ordinateur IBM PC à la FNAC». C'est par ces mots que Jacques Parent, Directeur Général de cette chaîne de distribution, commence un éditorial dans la revue Contact. Il en profite pour égratigner les stratégies produit et commerciale du géant U.S. Quant à l'IBM PC, c'est, pour J. Parent, «un produit de ''Marketing'' (qui paraît) d'ores et déjà largement dépassé. Il existe mieux, moins cher... et compatible IBM». Il dénonce d'autre part le «diktat» Big-Brotherien en matière de distribution : «Naturellement, une des conditions pour être ''revendeur agréé'' est de consacrer (aux produits) à peu près 50 m². Une autre, de placer le micro-ordinateur sur un bureau, de faire asseoir le client dans un fauteuil profond. (...) La conception élitiste d'IBM, sa volonté de ''contrôler'' la distribution» va dans un sens qui ne paraît pas, à J. Parent, être compatible avec les idées de créativité et de liberté qui animent la micro-informatique d'aujourd'hui ni celles, manifestement, qui sous-tendent les actions de la FNAC. A suivre...

PASSION :

Lorsqu'Adam et Eve ont croqué la pomme, ils ne se doutaient pas que, quelques siècles plus tard, des milliers de personnes goûteraient au fruit de la passion. C'est d'ailleurs pour cette occasion que Apple a créé le Club Apple. Une cotisation annuelle de 300 francs permet d'en être membre et de bénéficier des nombreux services et avantages : de recevoir l'Echo des Apple, le bulletin mensuel d'information; de bénéficier du service ''Assistance Club'' qui organisera des stages de formation; d'accéder à la Librairie du Club, afin de lire tranquillement Micro et Robots et/ou d'acheter des livres à prix réduits; de vendre ou d'échanger des logiciels à la Bourse permanente; d'assister à des conférences, colloques organisés par le Club; de faire des achats à la Boutique du Club (articles sportifs, de loisirs, etc.); de rencontrer des petits génies de l'informatique ou encore d'assister aux projections de films... La passion n'a pas de limite.

Service lecteur : cerclez 5

DERNIERE MINUTE

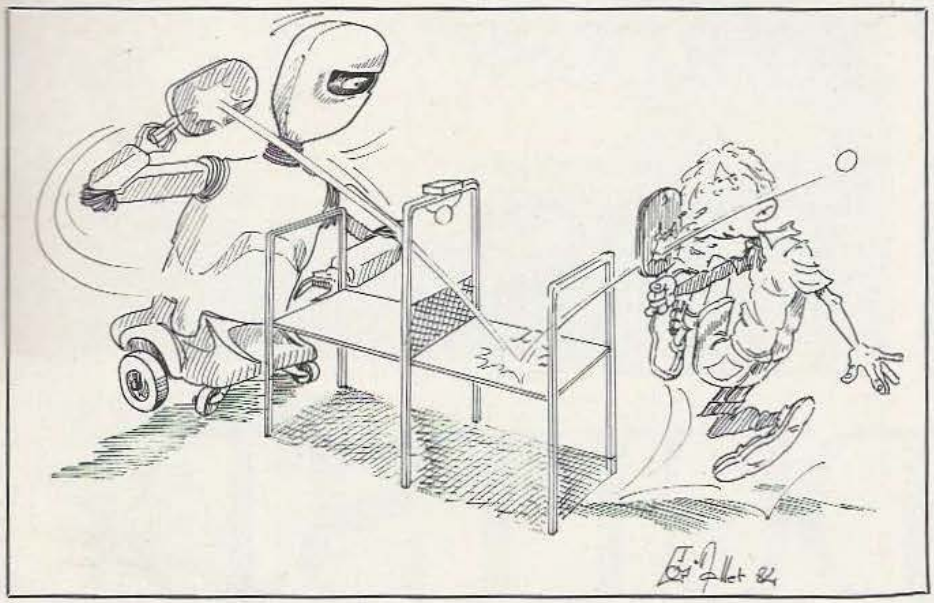
L'I.I.R.I.A.M. (Institut International de Robotique et d'Intelligence Artificielle de Marseille) nous communique l'information suivante, concernant la création d'un cycle de formation post-universitaire en robotique et intelligence artificielle (1200 heures du 10 septembre 84 au 31 juillet 85) : «La compétition internationale dans l'évolution des technologies nouvelles (5e génération d'ordinateurs, robots intelligents) ne peut être menée avec succès que par des hommes possèdant une double compétence en robotique et en intelligence artificielle.
L'I.I.R.I.A.M. est le seul organisme en France et même en Europe à proposer cette double formation selon une formule originale dans un lieu privilégié de transfert technologique, et une présence à Marseille de deux équipes de recherches particulièrement dynamiques :
— Le groupe intelligence artificielle (GIA), dirigé par le professeur Alain Colmeraueur, inventeur de Prolog.
— Le laboratoire d'automatique et d'informatique (LAIM), dirigé par le professeur Jean-Claude Bertrand.
La collaboration de ces équipes et le potentiel propre de l'I.I.R.I.A.M. constituent un ensemble exceptionnel de ressources et de compétences pour l'industrie».

Service lecteur : cerclez 29.

MICROTEL

Microtel (Microsystèmes et Téléinformatique) organise quatre journées d'études les 18, 19, 20, 21 juin 1984 sur les thèmes suivants :
— Les procédures de transmission de données.
— Le protocole d'accès X 25 et les nouvelles normes série X (durée : 1 jour).
— Les réseaux locaux (durée : 1 jour).
Renseignements : Microtel, Vendôme Ulis, Bât. C 2 ZA de Courtabœuf, BP 90. 91943 Les Ulis. Tél. : (6) 928.01.31.

AVOS RAQUETTES!



Nous vous l'annoncions le mois dernier : les Anglais plus précisément le Dr John Billinsley et la revue *Practical Computing*, lancent une compétition internationale: un tournoi de robots pongistes. La grande finale aura lieu en 86 mais d'ici là, il sera grand temps pour les participants de préparer qui son Austerlitz... qui son Waterloo, à un premier niveau éliminatoire national. Vous vous doutez bien que *Micro et Robots* à la ferme intention de participer à ce challenge. En attendant de plus précises indications sur l'action du journal, nous publions ci-après une traduction vous apportant de quoi réfléchir à ce «petit» problème.

«Le Dr John Billingsley de l'école polytechnique de Portsmouth (Grande-Bretagne) vient de lancer un nouveau concours pour vous muscler le cortex : les robots pongistes. Sa première édition aura lieu en 86, date à laquelle les robots-bras auront, sans aucun doute, fait leur entrée au côté des ordinateurs, chez les amateurs même.

Afin d'éviter tout danger, les aires de jeu ont été limitées : la table mesurera 50 cm de large et, en bout de table, la fenêtre de jeu sera réduite à 50 cm de haut et de large. Au milieu de la table, d'une longueur de 2 m, se tiendra un filet haut de 25 cm (voir schéma).

Au-dessus du filet sera placé un autre cadre carré de 50 cm qui servira à éviter que la balle ne sorte du champ sensoriel de l'adversaire.

La dimension de la raquette ne doit pas dépasser 12,5 cm de diamètre. Elle ne doit pas, non plus, empiéter sur l'aire de jeu en bout de table.

Un mécanisme simple, au-dessus du filet sur le cadre central, envoie la balle au robot qui a le service. Ce dernier doit la retourner de telle sorte qu'elle rebondisse une seule fois sur la table de son partenaire avant de sortir par le cadre adverse. La balle est retournée de la même façon et ainsi de suite. Il est à noter que si la balle touche l'arceau, le point est perdu.

Il est possible que l'on assiste à des échanges très longs : il a donc été décidé que si l'adversaire renvoie la balle 20 fois de suite, il gagne le point. La table est à 75 cm du sol et le robot aura une aire d'occupation au sol de 1 m².

Les conditions d'éclairage seront fixées avec l'ensemble des participants, ultérieurement, mais il est probable que le «terrain» sera illuminé par des lampes à incandescence placées hors du champ de vision des robots.

La vision reste, pour l'instant, un produit cher nécessitant souvent de puissants calculateurs pour analyser l'image. On peut espérer que ce concours encouragera le développement de systèmes sensoriels peu onéreux et tout aussi efficaces (barrettes C.C.D. et objectifs d'appareil photo bon marché par exemple).

Pour des raisons de sécurité, certaines restrictions devront être appliquées quant à la masse mobile et à la force du robot. Il est certes difficile de déterminer des limites mais un Puma 600 sera d'évidence, beaucoup trop puissant!

Du point de vue de la vitesse de jeu, il faut savoir qu'un retour de balle le plus rapide, au ras du filet, prend à peine 0,5 seconde pour aller de la raquette au point de rebond et la composante verticale de sa vitesse est, au rebond, de 2 mètres par seconde. Ces vitesses ne sont pas supérieures à celles des servo-mécanismes qui équipent les tables XY...

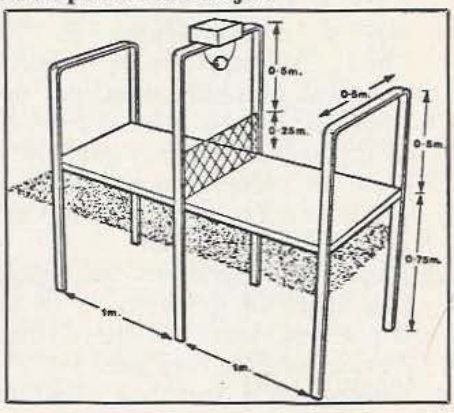
Les participants devront se départir de certains préjugés. Ainsi la raquette ne doit pas forcément ressembler à une raquette traditionnelle, tant qu'elle répond aux critères de taille. Une surface incurvée peut très bien remplacer les effets de poignet. Le robot ne doit pas nécessairement mouvoir son bras d'arrière en avant pour frapper la balle : une raquette à ressorts pourrait tout aussi bien créer l'impact.

Quant à la vision, elle peut être simplifiée de plusieurs manières : ainsi, avant le service, les robots pourraient fixer leur «regard» sur la balle; le filet étant transparent, le problème se ramène à un problème de suivi, plus qu'à celui d'une acquisition de position. Pour préserver un bon contraste entre la balle et le fond, les parties du robot perçues par son adversaire devront être de couleur sombre (noire pour l'infrarouge).

Si, d'ores et déjà, que vous soyez industriels, chercheurs, étudiants ou particuliers, ce challenge vous intéresse et que vous vous sentez prêts à relever, avec nous, ce défi pour la France, écrivez-nous sans plus attendre (Micro et Robots, rédaction, 2 à 12 rue de Bellevue, 75019 Paris) afin que nous rentrions en contact avec vous.

Cet événement pourrait être, aussi, l'occasion de vous regrouper en clubs dans toutes les régions de France, autour d'écoles, de lycées techniques, d'IUT, de laboratoires universitaires d'industriels de la robotique, ou d'autres structures à créer. De votre nombre dépendra le succès de l'opération!

Descriptif de l'aire de jeu.



REPORTAGE

TOULOUSE

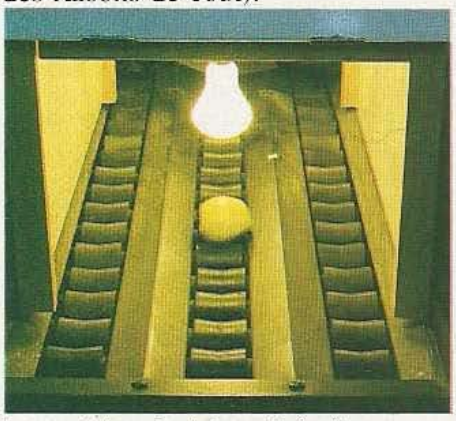
LES PRODUITS DU TRANSFERT

Cette seconde partie (voir *Micro et Robots* n° 7) terminera notre reportage sur la recherche en robotique à Toulouse. Trois exemples d'industries implantées dans la région le complèteront, en conclusion (voir, en particulier, Midi-robots p. 42).

L'équipe «Traitement numérique des images, vision par calculateur», rattachée au LSI et conduite par le professeur Bruel se situe, géographiquement, à l'E.N.S.E.E. I.H.T. (Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique, d'Electronique et d'Hydraulique de Toulouse) : ses activités de recherche couvrent plusieurs domaines dont nous allons voir ceux qui intéressent plus directement l'industrie ou d'autres secteurs demandeurs de produits spécifiques comme l'agriculture, par exemple.

Parmi les opérations automatisables dans ce domaine, le tri des fruits, après leur cueillette, a trouvé ici une solution originale.

Chaque ligne de tri est constituée d'un convoyeur et de deux caméras vidéo N et B équipées de filtres de couleur (solution retenue de préférence à une caméra trichrome pour des raisons de coût).

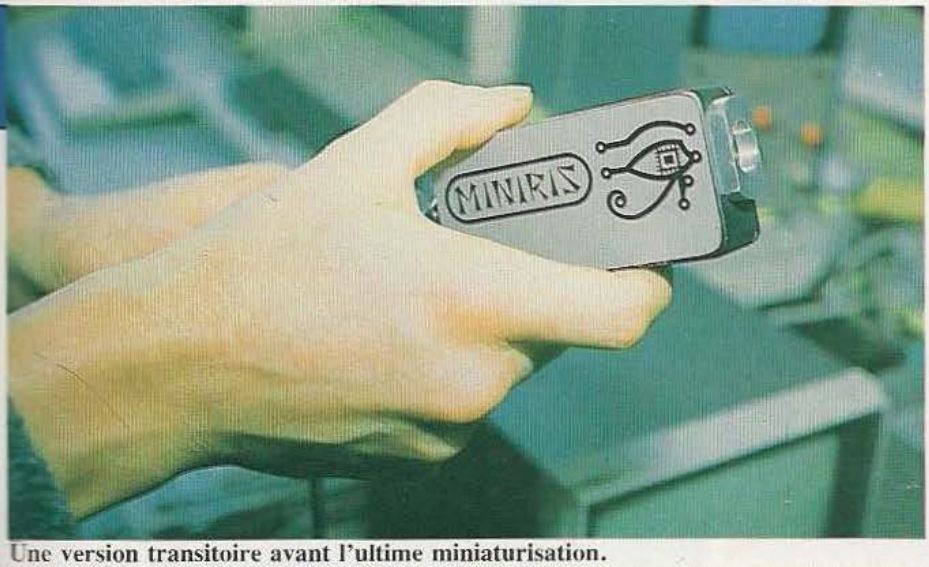


Le prototype du trieur de fruits.

Chaque fruit passe ainsi et successivement sous l'objectif des caméras, celles-ci fournissant deux images numérisées (de 100 x 100 points en 16 niveaux de gris) du fruit vu dans deux positions différentes (il subit en effet une rotation d'un demi-tour entre la première et la seconde caméra). Pour opérer le tri, en trois catégories, il a été fait appel à une architecture multiprocesseur, le processeur-maître décidant, à partir des informations recueillies par les cartes esclaves des caméras, l'affectation à une classe ou l'autre. Notons que ce choix des classes s'effectue par apprentissage, en présentant au système des fruits témoins, car il était impensable de laisser à un responsable de la station de tri le soin de rentrer au clavier toutes les données numériques nécessaires !

S'il est relativement facile de trier des fruits aux formes homogènes (les pommes, en particulier) il devient ardu de traiter des formes qui ne sont pas de révolution par rapport à un axe : c'est notamment le cas des poires dont il faut déterminer un diamètre représentatif, au sens du consommateur, quelle que soit la position du fruit sur le convoyeur. Le logiciel doit donc déterminer le plus grand axe puis repérer la plus grande distance perpendiculaire à cet axe ce qui nécessite une extraction de contour (la

Suite et fin (provisoire) de notre reportage sur Toulouse



Une version transitoire avant l'ultime miniaturisation.

L'étape nécessaire avant la réalisation du circuit intégré prédiffusé.

Lecture opto-électronique et conversion en Braille éphémère.

Le C.C.D. et son circuit de commande.

surbrillance centrale des images, due au fait que les fruits sont souvent mouillés, est prise en compte par le logiciel). Il semble que l'on ait là une des principales originalités du système, les autres trieurs automatiques existant actuellement reposant sur des bases logicielles et matérielles beaucoup plus rudimentaires.

Du point de vue des performances, le système se trouve capable d'opérer des classements à un débit compris entre 3-4 et 10 fruits par seconde, la limite supérieure étant fixée par la stabilité des fruits sur le convoyeur. Quant au problème supposé de la nécessité du changement de filtres en fonction du type de fruit, on ne peut que l'exclure compte tenu d'un temps nécessaire très court par rapport au temps de travail qu'implique en général le tri de plusieurs tonnes de fruits d'une même variété.

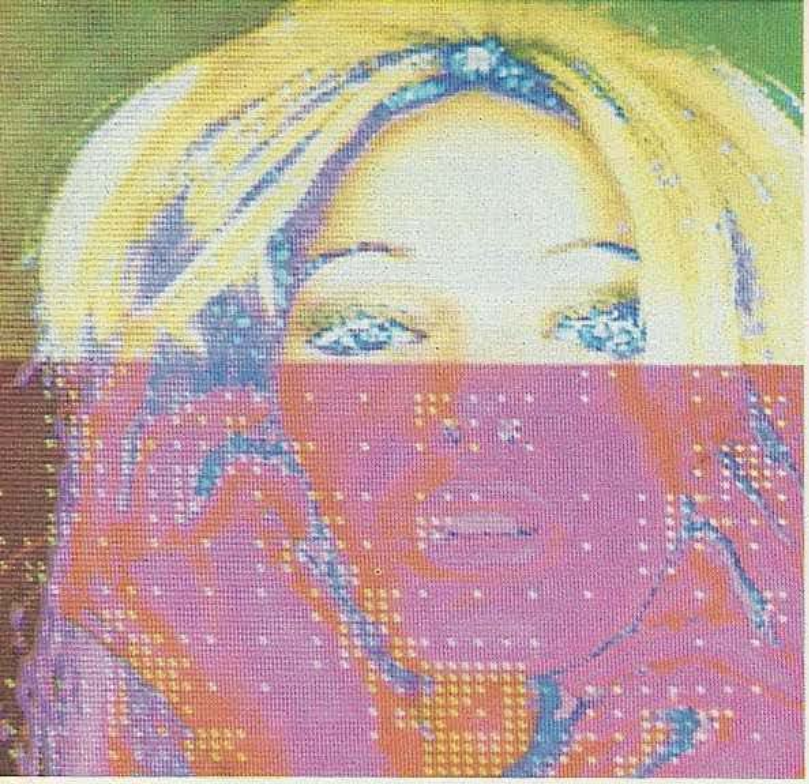
Le système actuel peut gérer 8 lignes de tri avec une précision de mesure de 4 mm : il y a déclassement automatique quand le résultat des estimations tombe dans une zone d'incertitude de classe. Les améliorations possibles à apporter à cet ensemble de tri tiennent pour beaucoup au remplacement des

Acquisition de document pour un traitement bureautique.

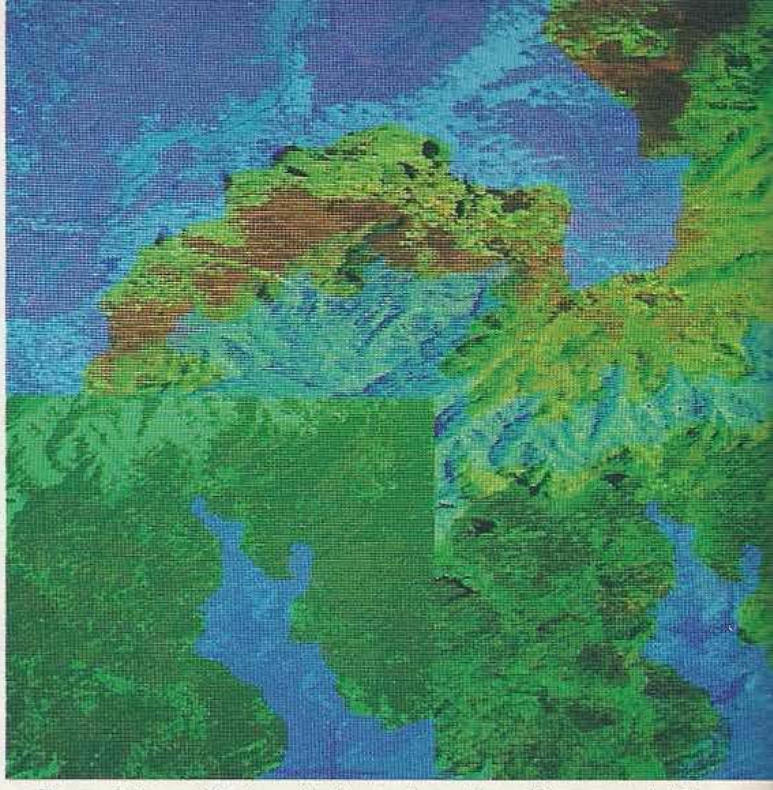
caméras actuelles par des caméras à capteur CCD (Charge Coupled Devices), beaucoup plus robustes, ne connaissant ni usure ni traînage et permettant des tris colorimétriques plus précis (jusqu'à 64 niveaux de gris possibles).

On pourrait en rester là de ces vœux pieux si, justement, une autre branche de cette équipe ne travaillait pas à la mise au point d'une caméra vidéo CCD subminiature : une vraie merveille !

Et qui, nous l'espérons, devrait voir le jour très bientôt à un prix que ses concepteurs espère très concurrentiel. Dans un volume de l'ordre de celui d'une boîte d'allumettes seront logés un élément CCD (Thomson) de 208 x 288 points, un circuit intégré de commande et un petit ampli vidéo, l'ensemble assurant une dynamique supérieure à 60 dB. Compte tenu de la miniaturisation atteinte et des performances obtenues, les applications s'avèrent nombreuses : robotique, tri et inspection automatiques, aide aux mal-voyants, etc. Un traitement numérique particulier de l'image permet une régénération de contraste maximal d'où la possibilité, par exemple, d'effectuer une transcription, après lecture optique, de caractères imprimés en caractères Braille (la «matérialisation» éphémère du caractère se fait alors grâce à une matrice à aiguil-



Au Cerfia, étude sur la compression des images vidéo.



Un problème : l'interprétation automatique d'images satellite.

les). Ce transcodage (projet D.E.L.T.A.) ainsi qu'un système de lecture optique pour bureautique capable de reconnaître et d'archiver tout document dactylographié et qu'un système «intelligent» C.A.O. de recopie de schémas avec compréhension de la scène (la numérisation des schémas et dessins s'effectue à partir d'une micro-caméra montée sur une table XY) constituent encore trois autres axes de recherche appelés à trouver concrétisation dans des produits industriels.

Le C.E.R.F.I.A.

Les activités du C.E.R.F.I.A. (Cybernétique des Entreprises, Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle) sont organisées autour de quatre thèmes :

— le traitement et la compréhension d'images ;

— le traitement automatique de la parole et du texte ;

— la conception des systèmes informatiques, les problèmes de la bureautique ;

— le génie logiciel orienté réseau.

Des thèmes que l'on peut rattacher, pour certains, à l'évolution future de la bureautique à travers les banques de données généralisées, les réseaux locaux, à travers donc la gestion de nouvelles données stockées (images et paroles en particulier), leur transmission et leur traitement (compression, restauration, etc.). De ce fait les problèmes de communication Homme-Machine, de robotique n'y sont pas étrangers non plus que ceux de l'intelligence artificielle, notamment, au département «Traitement et Compréhension d'images» placé sous la responsabilité du professeur Castan. Parmi les projets en cours, citons :

— Le système Sacso (Système d'Analyse et de Compréhension de

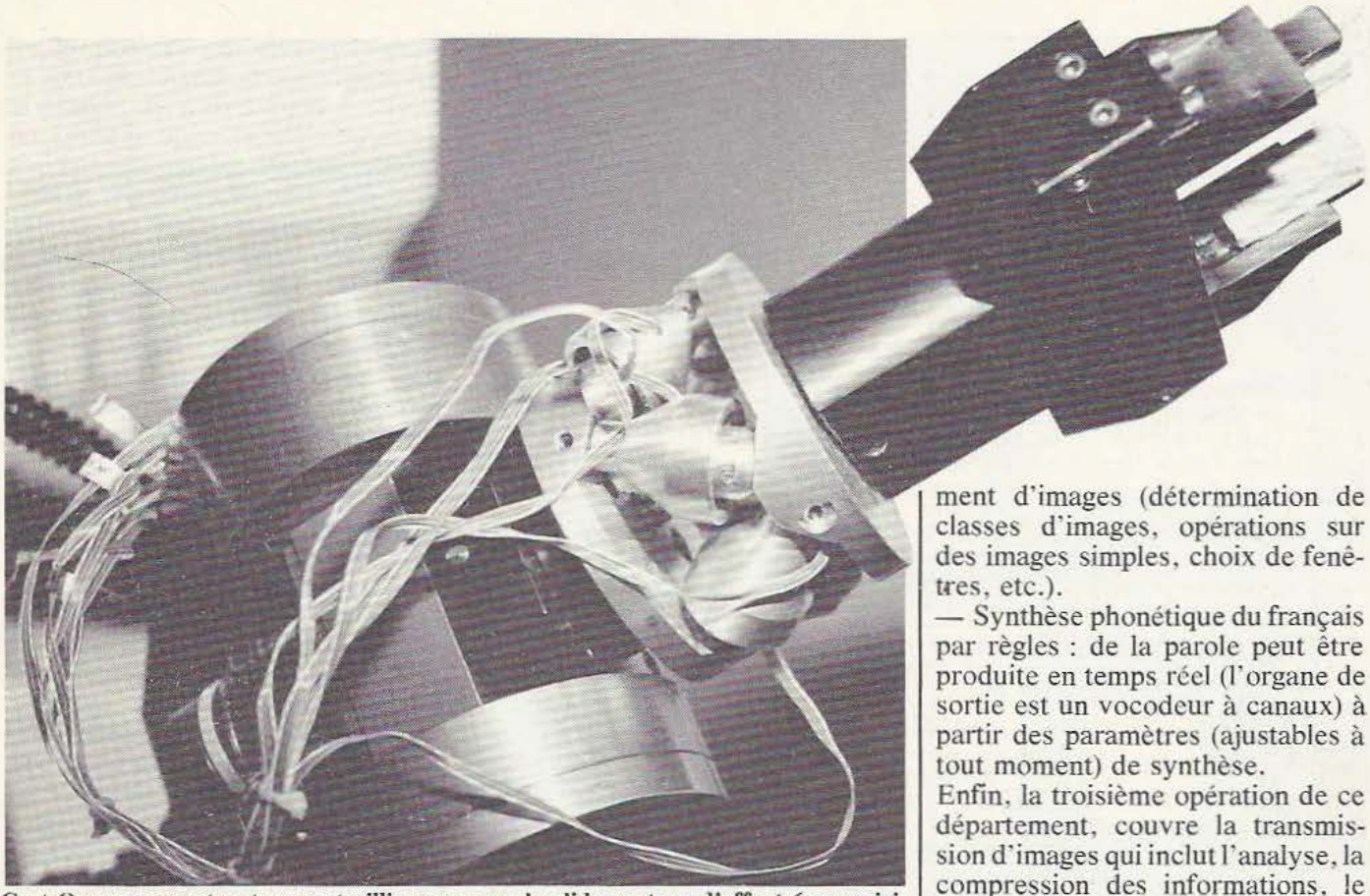
Cert-Onera : le poignet actif.

Scènes par Ordinateur) devrait permettre, tout en expliquant sa démarche, l'interprétation d'images : un interpréteur, travaillant à partir d'un module de vision bas niveau, a été structuré en système à règles de production hiérarchisé pour résoudre des problèmes tels que la localisation d'objets, l'identification de certains éléments d'images. Ce système comprend un contrôleur (génère les stratégies d'analyse et les contrôle), un générateur de règles d'identification, un identifieur (qui, en testant des hypothèses, permet de reconnaître les éléments à identifier), un module d'apprentissage et un module de conversation (permettant à l'utilisateur de définir modèles et problèmes en langage «pseudo-naturel»).

— Un Système Expert en télédétection dont le but est la compréhension et l'interprétation automatique d'images de la surface terrestre prises, en particulier, par satellites (Spot, par exemple). L'interprétation de ces images constitue, en fait, un problème difficile à résoudre si l'on s'en tient à leurs seules caractéristiques intrinsèques (couleurs, texture, etc.) : d'autres données, exogènes, apportées par des photo-interprètes cartographes lèvent souvent des ambiguités que les systèmes automatiques ne pouvaient intégrer jusque là. D'où l'intérêt d'un Système Expert en ce domaine.

— Des études portant, en robotique sur l'inspection visuelle, l'extraction de primitives d'une image bruitée, leur restauration et, éventuellement, leur amélioration.

— La vision 3D en lumière structurée, stéréovision et photométrie. Cette dernière approche se fonde sur le calcul de l'orientation d'une surface à partir d'une analyse en niveaux de gris. Quant à la vision 3D en lumière structurée elle repose sur le traitement d'images de franges ou de grilles projetées sur les objets à analyser (on en déduit notamment certains paramètres caractéristiques permettant d'appré-



Cert-Onera : une structure en treillis pour ce splendide capteur d'effort 6 axes, ici monté sur l'excellent robot de la société Scemi.

cier concavité, courbure, déformations, etc.).

Dans ce cadre «vision par ordinateur» d'autres actions ont été menées dont une spectaculaire reconnaissance automatique d'idéogrammes chinois (il en existe plus d'un millier). A cette fin les 28 traits traditionnels constituant ces idéogrammes sont réduits à 8 traits nommés traits réels. Grâce à une méthode (MLG) d'extraction des caractéristiques générales de graphisme, chaque idéogramme peut être représenté par une séquence particulière de traits réels, séquence qui sera alors comparée à des modèles aux primitives floues. Si cette séquence ne permet pas l'identification, six catégories d'informations supplémentaires tirées des relations entre traits sont alors utilisées.

La deuxième opération menée au département «Traitement et Compréhension d'images» a pour intitulé «Moyens en traitement d'image et communication Homme-Machine» et concerne à la fois les axes «matériel» et «logiciel»; quatre projets y sont à l'étude :

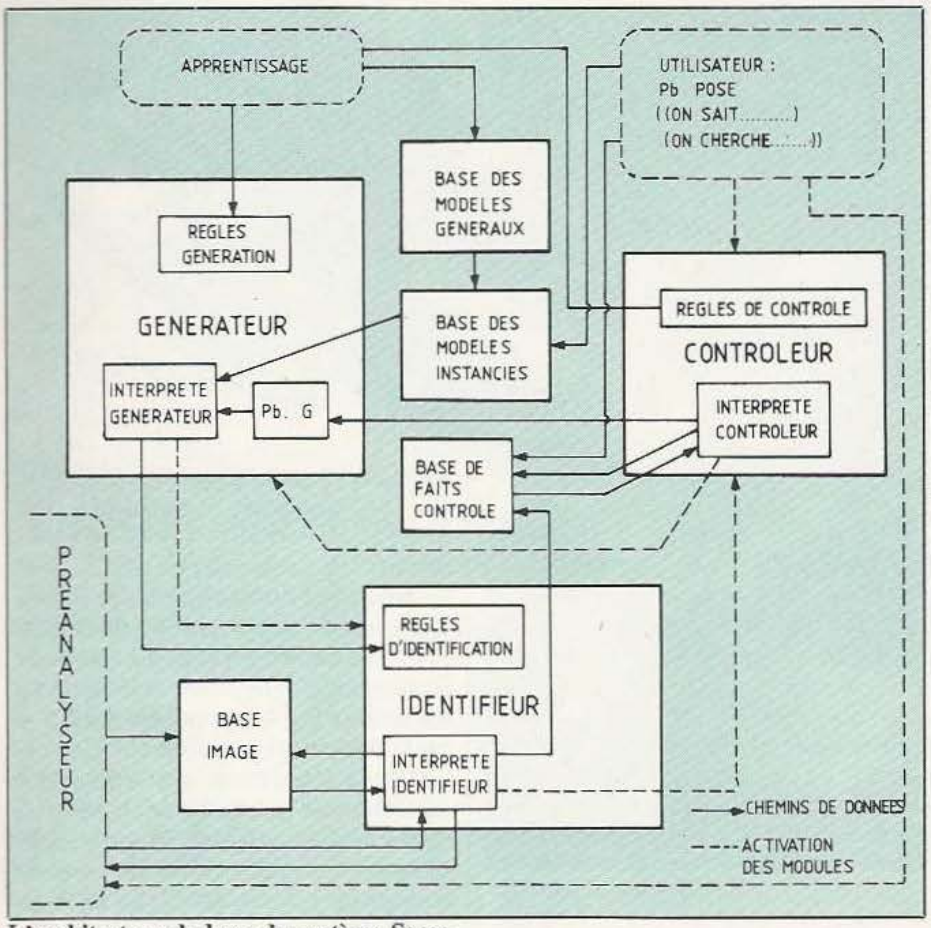
— SYMPATI (Système Multiprocesseur Adapté au Traitement d'Images) : ce système multistructure s'organise autour de deux modules, le noyau SIMD, d'une part, traitant les problèmes d'accès-mémoire et les informations prises au niveau du point-image, la partie MIMD, d'autre part, opérant des calculs complexes au niveau, cette fois, de régions de l'image. D'autres modules spécialisés peuvent extraire, par exemple, des histogrammes, calculer des surfaces, etc.

— SAUTIS (Système d'Aide aux Utilisateurs en Traitement d'Images) consiste en un «système souple pour l'aide à l'écriture et à la mise en œuvre de chaînes de traitement d'algorithmes spécialisés dans la traitement d'images».

— TRAIMA, langage offrant à l'utilisateur un certain nombre d'outils d'applications en traitement d'images (détermination de classes d'images, opérations sur des images simples, choix de fenêtres, etc.).

— Synthèse phonétique du français par règles : de la parole peut être produite en temps réel (l'organe de sortie est un vocodeur à canaux) à partir des paramètres (ajustables à tout moment) de synthèse.

Enfin, la troisième opération de ce département, couvre la transmission d'images qui inclut l'analyse, la compression des informations, le codage et le décodage. La transmission d'images iconiques à haute définition ou de séquences d'images pose bien sûr de nombreux problèmes dont celui de la détection et de la correction des erreurs (les travaux ont porté sur une ligne à taux d'erreur important, de l'ordre de 10^{-4}) : le choix du code s'est orienté sur le BCH (Bose Chaudury Hockenghem). Ces études menées en collaboration avec Sintra-Alcatel ont débouché sur la réalisation d'un système de transmission téléphoto dont le principe de base est une modulation des impulsions codées des différences (MICD) alliant «un codage adaptatif des différences et l'introduction d'un critère de ressemblance entre deux valeurs connues à l'émetteur et au récepteur». Ces problèmes de compression trouvent, bien sûr, des applications directes à la transmission mais aussi au stockage en bases de données. Ces bases de données, rappelons-le, constituent un autre axe important de recherches menées par l'équipe CSI (Conception des Systèmes d'Informations) :



L'architecture de base du système Sacso.

conception de bases de données, base d'informations généralisées (BIG), bureautique en sont les thèmes principaux.

Quant au département «Traitement automatique de la parole et du texte» ses activités concernent la communication Homme-Machine en langage naturel, oral ou écrit, domaine relevant très directement de l'Intelligence Artificielle et laissant espérer, à terme, la compréhension de la parole continue, peut-être multi-locuteur. En attendant mentionnons les travaux concernant la reconnaissance de mots isolés multi-locuteur, les audio-prothèses implantées, l'analyse de la parole en temps réel, la synthèse phonétique par indices acoustiques à l'aide d'un vocodeur à indices, un système générateur de Systèmes Experts, un Système Expert pour la gestion intelligente des dialogues, un langage d'écriture de Systèmes Experts orientés principalement vers les traitements linguistiques, la vérification et la correction automatique de textes, etc.

CERT-ONERA

Au CERT-ONERA (Centre d'Etudes et de Recherches de Toulouse, établissement de l'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales) on étudie certains aspects particuliers de la robotique et, en particulier, la commande et le contrôle des efforts, le problème de la navigation des robots mobiles, la commande des robots souples dans l'espace, etc.

On sait que les problèmes de commande d'un robot commencent à se poser quand il s'agit, pour lui, de saisir une pièce et quand existe une interaction entre la pièce et l'environnement (typiquement : problème de l'assemblage). D'où la nécessité de capteurs d'efforts qui permettront d'assujettir la commande à la fonction recherchée. On en arrive alors au concept de commande hybride, en position et en force, que les chercheurs du CERT-ONERA ont résolu à leur manière, de façon très originale, grâce à un poignet actif inséré entre la pince et le bras du robot. Le poignet possède une structure fermée en treillis constituée de 6 vérins pneumatiques; le choix pneumatique offre l'avantage d'un contrôle d'effort aisé associé à une réversibilité totale : toute action sur la pince déforme en effet la structure ce qui ne pourrait avoir lieu avec des vérins électriques, par exemple, possédant des réducteurs interdisant toute réversibilité.

Le choix d'un poignet actif se justifie sans mal, pour les travaux fins, en considérant simplement le modèle humain en la matière; quant à la structure en treillis, amènent à une réalisation de forme cylindrique, elle autorise une bonne intégration à toute mécanique classique d'un robot. A l'heure actuelle le travail porte sur le logiciel qui devrait déboucher, d'ici un an, sur une application à l'assemblage.

Sur une structure identique, isostatique, a été développé un capteur d'effort 6 axes que l'on a pu voir monté sur un robot Scemi et dont la licence a été cédée à AKR.

Autre pôle de recherche, le guidage automatique de chariots en milieu industriel ou autre (hospitalier par exemple). De nombreuses usines sont équipées, à l'heure actuelle, de systèmes de chariots filoguidés : l'intégration du fil dans le sol pose des problèmes connus de cassure éventuelle du fil (plus ou moins liée aux phénomènes de dilatation thermique), de rigidité du réseau (il est difficile de modifier le chemin), etc.

D'où l'idée d'un guidage immatériel de ces chariots par marquage de l'environnement à l'aide de balises. Mais la flexibilité, recherchée, du système impose plusieurs contraintes :

— passivité des balises mises en place (au plafond), passivité permettant d'évacuer définitivement le problème du passage des fils, de l'alimentation, etc.;

— immunité aux bruits ambiants;

— communication entre chariots, entre chariots et calculateur central ;
— apprentissage du chemin.
Sachant que le seul système actif se trouve à bord du chariot et que les balises ne sont pas marquées, on laisse le soin au lecteur d'imaginer quel principe a été retenu pour ce guidage (le secret, fin mars, était encore de rigueur) qui implique, de toute manière, une mise en mémoire, par le chariot — ou tout au moins son intelligence — de la disposition des balises au cours d'un apprentissage du trajet. Parmi les contraintes énumérées précédemment, celle d'un nouveau type de transmission des informations inter-machines n'est sans doute pas la plus facile à résoudre.
On citera encore quelques uns des thèmes abordés au Cert-Onera, plus ou moins liés aux problèmes de la robotique :
— l'étude d'un robot marcheur, à trois degrés de liberté par patte ;
— le développement d'un système multi-processeurs à faible coût (à base de 68000), travaillant en parallèle, pour des applications industrielles et militaires (équipement «d'engins» divers) ;
— le traitement de certains problèmes d'ergonomie avec les outils de l'Intelligence Artificielle. A cette fin a été utilisé un Système Expert pour analyser les scénarios de vol d'Airbus. Plus généralement est traitée, dans ce cadre, la reconnaissance de situations et sont analysées les stratégies d'action d'opérateurs humains.
De telles études devraient conduire à la définition de nouvelles procédures de vol et à la conception des cokpits futurs.

L'aide aux non-voyants

Saviez-vous qu'un livre édité en Braille occupe un volume de 20 fois supérieur à l'édition «en noir» ; que les informations textuelles éditées pour les non-voyants ne représentent que 1% de l'information éditée pour les voyants ? Ces quelques chiffres ne peuvent aller en s'améliorant dans une société désormais audio-visuelle, à moins que... sauf si... et y'a qu'à ! Au laboratoire des Systèmes Informatiques (associé au CNRS) de Toulouse, des chercheurs femmes et hommes, voyants et non-voyants n'ont pas attendu. Ainsi Patrick Lirou qui est à l'origine de l'Ordibraille.
L'Ordibraille n'est rien d'autre qu'un outil de communication et de travail, bâti comme un ordinateur portable (autour d'un 6809), il a pour ambition de regrouper toutes les fonctions et applications nécessaires : traitement de texte, accès aux banques de données, terminal Télétel intelligent, horloge électronique, calculatrice scientifique, interface véritable entre l'écriture Braille et l'écriture «en noir», sans oublier la possibilité de rappeler ou modifier facilement des textes mis en mémoire sur disquettes. Physiquement, ce prototype se présente comme une machine à écrire portative. Il comprend une ouverture sur son côté droit pour l'introduction de disquettes, un clavier, un tableau d'affichage en relief, un haut-parleur et des connecteurs d'entrées/sorties. Le clavier Braille comprend sept touches (une pour chacun des six points qui composent une lettre en Braille plus une pour l'espacement) et six touches

P. Lirou et son Ordibraille.

de fonctions (passage à la ligne, retour arrière, etc.). Le tableau d'affichage comporte vingt modules (un module est composé de six pointes mobiles actionnées électromécaniquement, il permet la représentation d'un caractère Braille). De chaque côté de cette plage tactile se trouve une touche à effleurement permettant de faire afficher les 20 caractères suivants ou précédents. Enfin un H.P. assure l'émission de signaux sonores pour avertir le non-voyant d'une fin d'opération ou d'une condition anormale. Les interfaces d'entrées/sorties se composent de quatre ports parallèles (8 bits) et de deux interfaces série (RS 232C). 16 K de ROM et 16 K de RAM forment la mémoire centrale de cet appareil qui concrétise les espérances des non-voyants et leurs droits les plus évidents à la communication, à la culture, et au travail. Reste que ce produit doit être rapidement industrialisé et commercialisé à un prix «normal» (aux alentours de 20 à 30.000 F) pour ce type d'appareil.
Comme le dit M. Jugie, chargé des relations Recherches-Industrie au CNRS : «Un non-voyant à qui l'on donne la possibilité de lire, c'est

Ci-dessous, un exemple de la retranscription d'un poème écrit en Braille intégral en arabe.

```
ALFKRI1_ WQD BDT FI KTABH
<AL*IAM> 5I4 °RFNAH QAàA BAR°A
IRWI LNA Qà1 5IATH FI *SLWB
BSI§ FIH 5VW1 ALàDQ.
  WKANT ALJAM°1 ALMàRI1_ 4M
JAM°AT FRNSA MN§LQ 4WRTH
AL*DBI1 ALTI /HRT FI KTABH <FI
AL3°R ALJAHLI> WKAN TQLBH FI
ALMNAàB MN °MID LKLI1 AL&DAB
BALQAHR1 *LO MDIR JAM°1
AL*SKNDRI1_ *LO WZIR LLM°ARF_
MIDANA WAS°A LL°ML WALKTAB1_
WTWJIH ALN3'_ WALBVD N5W
```

طه حسين أديب مصري معاصر ولد سنة 1889 م وفقد
البصر في حداثة السن، فكان له عالم داخلي شمسه
ذكاء متوقد .ﻫ
كان الأزهر منطلق ثورته الفكرية، وقد بدت في
كتابه "الأيام" حيث عرفناه قاصا بارعا يروي لنا
قصة حياته في أسلوب بسيط فيه حلاوة الصدق .ﻫ
وكانت الجامعة المصرية، ثم جامعات فرنسا
منطلق ثورته الأدبية التي ظهرت في كتابه "في الشعر
الجاهلي" وكان تقلبه في المناصب من عميد لكلية
الآداب بالقاهرة ألى مدير جامعة الأسكندرية، ألى
وزير للمعارف، ميدانا واسعا للعمل والكتابة،
وتوجيه النشء، والبلاد نحو الانطلاق .ﻫ
وقد خلف الأديب طه حسين كثيرا من الكتب منها :

Imprimante éditant en Braille.

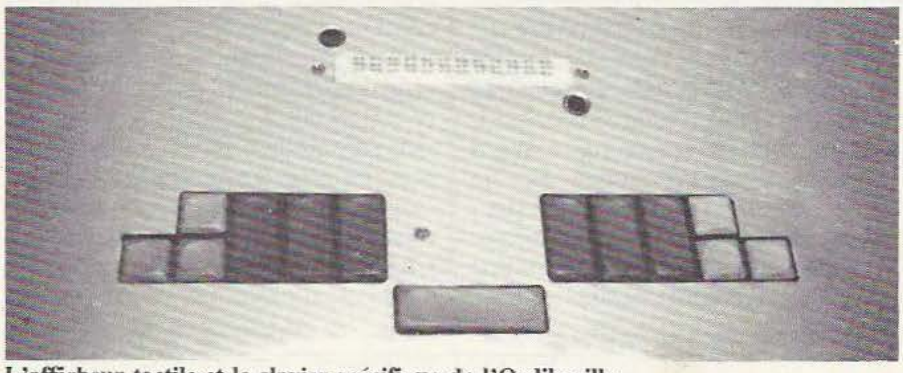
comme un paraplégique à qui l'on donne une chaise roulante pour se déplacer.» Et là, l'Ordibraille est à sa juste place ; mieux encore : il devrait être gratuit !

Le LSI abrite aussi le centre TOBIA (Centre de Transcription par Ordinateur en Braille Intégral ou Abrégé) créé en 1977 sous l'impulsion de Monique Truquet par l'Université Paul Sabatier. Nous l'avons dit plus haut : le petit nombre de publications en Braille, les délais étirés, les coûts et les volumes ne sont pas les moindres causes de la création de ce centre. La scolarisation désormais obligatoire des non-voyants (depuis 61 seulement) ajoute une demande importante de documents de toutes sortes en Braille. Certes, l'Ordibraille comme le système Delta, sont les réponses technologiques à ses justes revendications mais il reste tellement à faire dans ce domaine... Monique Truquet a mis au point un logiciel de transcription de texte «en noir» en Braille intégral puis en Braille abrégé.

Ce logiciel , avec l'avènement des micro-ordinateurs 16 bits, devrait être présent sur toutes les machines installées dans les grands centres de documentation (bibliothèques par exemple) afin de permettre des éditions en Braille plus rapides et surtout décentralisées. Car aujourd'hui même, les centres de transcription manquent cruellement. Tobia en est un qui édite des livres scolaires et universitaires, des relevés bancaires, des textes de lois et décrets et nombre de documents divers.

Deux autres logiciels de transcription ont retenu notre attention : il s'agit d'un logiciel permettant la transcription d'une partition musicale «en noir» en partition Braille ainsi qu'un logiciel tout à fait performant et d'une grande souplesse permettant la transcription de l'arabe en Braille intégral ou abrégé et ceci, bien entendu, dans les deux sens.

Pas de doute, Toulouse, grâce aux volontés de chacun, institutions comprises, est en train de gagner une bataille généreuse, essentielle, vitale même pour sortir du ghetto culturel le monde des non-voyants. Car a y bien réfléchir, ces inventions mises bout à bout (le système Delta, les logiciels de transcription et l'Ordibraille), pour autant qu'elles soient commercialisées (et subventionnées) résolvent, à elles seules, les principales difficultés d'adaptabilité des non-voyants à la société audio-visuelle. Là encore, «il n'y a plus qu'à...



L'afficheur tactile et le clavier spécifique de l'Ordibraille.

RENIX

La mise en service de Renix, filiale commune de Renault (51%) et de Bendix Allied Company (49%), date de février 1980.

L'expansion rapide de la société, favorisée par un environnement

Chez Renix un contrôle qualité informatisé des plus sévères.

privilégié tant au plan industriel que scientifique, a nécessité l'ouverture de nouvelles unités de fabrication décentralisées (Boussens, Foix, St-Gaudens). Une expansion que l'on retrouve dans l'évolution des effectifs (210 personnes en 1980, 550 en 1982 et 1200 prévues pour cette année) et du chiffre d'affaires (330 MF en 1983, 470 MF prévus en 1984 et le dépassement du milliard de francs entre 86 et 87).

Les cinq produits industrialisés en grande série concernent à la fois les secteurs de l'allumage électronique (5600 unités d'allumage électronique intégral sont produites chaque jour), de la commande électronique de boîte de vitesse (ces modules de commande sont, en grande partie, destinés aux versions américaines des R9 et R11), de l'injection électronique.

L'automobile s'automatisant, il était logique de voir apparaître des systèmes de commande vocale, étudiés et mis au point chez Renix par le département «Petite Série». Selon les termes même d'un responsable de Renix, «l'automobile tirera la reconnaissance vocale» pour deux raisons, au moins, qui sont aussi des contraintes : celle du faible coût auquel on devra aboutir, d'une part, celle du milieu fortement bruité dans lequel la reconnaissance devra opérer. A ces deux contraintes, on pourrait en ajouter une troisième qui serait, bien sûr, la reconnaissance multi-locuteur sans apprentissage. Dans les prochains mois un système d'évaluation devrait voir le jour, qui permettra de

fixer ce que sera le circuit intégré dont on peut déjà supposer qu'il regroupera toutes les fonctions d'analyse et de reconnaissance et peut-être, aussi, le convertisseur analogique/numérique d'entrée. Rénix collabore étroitement avec le Cerfia qui a développé certains algorithmes de reconnaissance, originaux et performants, en s'appuyant plus sur les mécanismes de la perception auditive que sur ceux de la locution.

Il semble qu'une cinquantaine de mots à reconnaître soit, à l'heure actuelle, une base suffisante pour de très nombreuses applications, d'autant qu'un mot-clef peut toujours ouvrir une autre base lexicale. On n'insistera guère sur les avantages, depuis longtemps répertoriés, offerts par la commande (et de la synthèse) vocale à bord d'une automobile compte tenu d'une évidente saturation du canal visuel et des moyens d'action mécaniques limités à, dans le meilleur des cas, quatre pieds et mains. Cela dit pour souligner que la commande vocale pourrait constituer une interface privilégiée pour de nombreux handicapés physiques car pour «l'homme intègre» il ne s'agira jamais que de jouir d'un peu plus de confort dans ses rapports aux fonctions secondaires de l'automobile (commande des vitres, des clignotants, de l'autoradio, etc.). Et, de surcroit, l'ordre affectif qui régit la relation de l'homme à cette machine est tel, dans certains pays, qu'on peut se poser la question de l'acceptation possible d'une robotisation sinon trop poussée, du moins trop rapide, de l'automobile.

Comme on le voit, Renix, avec sa maîtrise des très grandes séries et de la technologie des circuits hybrides, ne manque pas d'atouts dans ce domaine. Et puis le marché de la reconnaissance vocale concerne, aussi et potentiellement, °tout ce qui possède clavier» : c'est assez dire l'évaluation que l'on peut, d'ores et déjà, en faire.

Soterem

Soterem a, maintenant, 9 ans d'existence. Elle fut créée par Jean-Pierre Gaechter, ingénieur des Arts et Métiers, qui choisit à 30 ans, après quelques années de travaux universitaires, de passer dans l'industrie. Les activités de Soterem restent empreintes, en quelque sorte, de l'histoire même de son Pdg : instrumentation pour la recherche nucléaire, sous-traitance pour l'aéronautique, traitement de l'énergie solaire et un grand nombre de produits spéciaux impliquant la conception et la réalisation d'ensembles mécaniques de haute précision comme un robot 5 axes développé pour l'Onera et destiné à l'exploration des couches limites sur les maquettes d'avion en souf-

J.P. Gaechter P.-d.g. de Soterem.

flerie, comme une tourelle d'antenne de poursuite de satellite, etc. Soterem emploie aujourd'hui 36 personnes et compte autant d'ingénieurs mécaniciens que d'ingénieurs électroniciens. La crise n'a pas épargné cette société qui a vu son chiffre d'affaires stagner entre 82 et 83; quant au solaire, on sait que la mode en est retombée sans qu'on puisse dire, pour le moment, si cette activité reprendra. Si Soterem a pu résister sans trop souffrir de ces aléas c'est, nous dit Jean-Pierre Gaechter, essentiellement dû à une diversification importante des activités tant en mécanique qu'en électronique. A ce titre, l'exemple du système de reconnaissance de forme développé depuis 79 par les ingénieurs de Soterem apparaît intéressant. Ce système très performant (et comparativement trois fois moins cher qu'un système concurrent étranger) avait été pensé dans la perspective des problèmes à résoudre en montage mécanique : tri, placement, contrôle de présence, etc. Ce produit, développé en collaboration avec l'Enseeiht, pour lequel on pouvait espérer une forte demande s'est révélé, finalement, prématuré sur le marché escompté, potentiellement important, des PMI (sous-traitants et ensembliers). Un marché «dont on ne sait pas exactement ce qu'il est aujourd'hui mais qui a toutes les chances de connaître un développement exponentiel, avec un taux de croissance de 40% par an». Avec cette habituelle année de retard sur les Etats-Unis, la demande se fait pourtant plus précise en 84; il est vrai aussi que ce produit ne manque pas d'atouts : une construction robuste de type industriel, d'abord; une mise en œuvre très simple ne nécessitant aucune connaissance informatique, ensuite; et, enfin, un prix (de l'ordre de 100.000 francs) compatible avec les contraintes des PMI. De cette attente, pour le moment frustrée, Jean-Pierre Gaechter ne tire aucune amertume car de ces expériences, il reste toujours «du positif» et, en particulier, la maîtrise acquise de nouvelles technologies, la certitude renforcée d'une nécessaire pluridisciplinarité.

Réalisée par Soterem, cette tourelle d'antenne de poursuite de satellite.

Ph. Grange/J.-C. Hanus

Interview

L'ETAT DE LA ROBOTIQUE

Michel Parent, Président de l'Association Française de Robotique Industrielle (A.F.R.I.), ne pouvait manquer de nous donner, dans ce numéro spécial, un aperçu instantané de la robotique française : il nous expose ici les craintes et les espoirs de cette jeune industrie.

Où en est la robotique en France ?
En France, la situation qualitative de la robotique est relativement bonne grâce à une recherche particulièrement développée, et qui le fut très tôt, essentiellement par les pouvoirs publics. A l'heure actuelle on a environ 300 chercheurs dans le secteur public ce qui représente en soi un financement très important. La robotique, c'est l'une de ces technologies — il y en a d'autres — qui a plutôt réussi au niveau de la recherche. Je crois que les industriels ont relativement bien bénéficié, jusqu'à présent, de ces efforts de recherche grâce à tous les transferts qui ont eu lieu depuis et qui commencent à porter leurs fruits.
Le problème est de savoir quel est l'avenir de ces produits dans le contexte international, sur des marchés encore faibles : c'est peut-être là un avantage pour la France qui peut ne pas faire face trop directement à la concurrence. Des produits qui, en fait, se situent vraiment au meilleur niveau technologique mondial et se trouvent parfois même en avance : langages, organes de commande, systèmes de vision par exemple. On est donc dans une situation plutôt favorable mais il va falloir franchir certains caps.
Et pour les robots proprement dit ?
C'est le problème endémique de la France et de sa faiblesse en mécanique. On n'a pas apporté grand'chose sur le plan mécanique.

Nos robots ressemblent aux robots des autres pays et coûtent sans doute un petit peu plus cher parce qu'on ne sait pas très bien fabriquer, ce qui reste inquiétant. La bataille va maintenant se jouer entre les quelques grands qui vont subsister : Asea, Unimation, General Electric, etc. En France, il faut bien le reconnaître, on ne représente pas énormément de poids dans ce concert. Les grands groupes sont capables de supporter une activité robotique infime par rapport à leur chiffre d'affaires global, pendant 10 ans s'il le faut : ils estiment que ce sera rentable à long terme.
En France, CGE, Thomson, Matra, par exemple, seraient capables d'investir dans la robotique mais encore faut-il qu'il y ait une volonté politique. A l'heure actuelle la robotique est plutôt un prétexte à obtenir des subsides de l'Etat qu'une politique à long terme d'une entreprise. C'est ce qui manque peut être le plus, des politiques à long terme.
Que pensez-vous du pessimisme ostensible de certains quotidiens d'économie, en matière de robotique française ?
Il y a sans doute eu une volonté de sensationnel mais il est sûr qu'on peut faire, quasiment, une croix sur les robots de première génération. Ce n'est pas avec les quelques dizaines de robots fabriqués par nos plus grands constructeurs que l'on va pouvoir faire face au déferlement qui risque de se produire d'ici un an.
Pensez-vous donc que l'on ait quelques chances du côté de la troisième génération ?
Oui, justement, c'est là où l'on a des atouts sérieux, où l'on a quelque chose à vendre. Même à l'heure actuelle on nous achète cette compétence aussi bien aux Etats-Unis qu'au Japon. Il faut donc essayer de se mettre en position pour pouvoir vendre, le plus cher possible, cette compétence.
N'y a-t-il pas un danger à se replier vers l'industrie des langages, des logiciels ?
C'est effectivemnt un risque : va-t-on arriver à générer les mêmes chiffres d'affaires qu'en fabriquant des robots ? Même question pour l'ingéniérie. Ces activités seront toujours marginales par rapport au

fond, au marché lourd. La machine-outil en est un bon exemple... On peut toujours se dire que l'on arrivera à vendre quelques robots tradionnels, bon an mal an, mais ce marché-là nous a échappé. Il vaut mieux, peut-être, se concentrer sur des produits plus innovants, de la mécanique avec de l'intelligence loin du contexte «première génération». Ce qu'il nous faudrait c'est un grand projet national, ambitieux, comme ce qu'a fait le DGT pour la télématique, la fibre optique, qui implique un grand nombre de sociétés et de laboratoires. Le projet RAM pourrait être le point de départ d'une action volontariste de grande envergure vers les robots de l'avenir. Il prend place au sein d'un grand projet multinational, piloté par la France et le Japon, mais c'est un projet français, presque trop franco-français...

Des complémentarités sont à rechercher au niveau européen : elles restent absolument inexploitées en ce moment. Il y a bien Esprit mais il ne touche quasiment pas à la robotique. On en est à une phase où il faut «foncer», où il faut mettre les moyens .

On a une bonne base, grâce à notre recherche : les industriels doivent suivre soit parce qu'ils ont les moyens d'investir — l'époque s'y prête mal — soit parce qu'ils sont fournisseurs d'un grand projet national ou multinational.

Peut-on chiffrer la demande à venir, en matière de robots?

En 1984, on se situe aux environs de 1000 robots vendus en France. Le nombre se trouve sur une pente à croissance élevée, environ 50% par an, pendant encore 5 ans.

J'ai peur que les fabricants français soient en train de décrocher en ce moment. En 1984, on ne pourra pas fournir la moitié de la demande et on n'imagine guère des possibilités de fabrication qui suivraient un taux de croissance de 50%. A moins que l'on connaisse un revirement considérable. Par exemple, un grand projet national d'une usine automatisée pour fabriquer des robots, qui constituerait un cas d'école. On pourrait décider, du jour au lendemain, de construire une usine dont l'objectif serait de 500 robots par an mais il faudrait, déjà, qu'il y ait pas mal de gens qui se mettent d'accord!

On cherche, en ce moment, des projets moteurs, au niveau de l'état. Ce qui nécessiterait que des industriels s'impliquent dans ces projets, qu'ils soient demandeurs pour fabriquer ces 500 robots par an. Je pense qu'on les vendrait. Mais l'offre française apparaît très morcelée : il y a trop de tiraillements, de sombres luttes entre différents groupes, qui sont néfastes à un regroupement possible. De surcroît, on en est toujours au niveau artisanal pour fabriquer des robots!

Pensez-vous que nous sommes dans un pays qui préfère faire des plans de sauvetage que des plans sur la comète?

Il y a un peu de ça mais on trouve les mêmes défauts dans les pouvoirs publics et chez les industriels : c'est le court terme qui prime sur le long terme. A l'Afri, on insiste, aujourd'hui, beaucoup sur une approche européenne de la robotique. Il y a suffisamment d'atouts en Europe qui permettraient de démarrer une robotique compétitive. Nous essayons d'établir des liens entre différents constructeurs européens, par des voyages, en Angleterre, en Allemagne, en Italie, pour qu'ils se connaissent. Ils se rencontrent parfois, mais c'est aux Etats-Unis, ou au Japon!

On a l'impression que les constructeurs de robots n'arrivent plus à s'empêcher de tenter des associations avec les Japonais et les Américains?

Ça fait plus «smart» de s'associer à un Japonais qu'à un Italien! Il existe cependant et objectivement une avance japonaise, non pas technologique mais au plan de la production. D'où, bien sûr certaines garanties.

Des associations européennes permettraient de réaliser des échanges de produits quitte à réaliser des regroupements au niveau de la production : on pourrait alors avoir des gammes de composants communs. Ce mouvement commence à prendre forme, en France même; des constructeurs fournissent des moteurs, des codeurs, de l'informatique à des grandes sociétés européennes.

En dehors de la robotique industrielle existe-t-il d'autres formes de robotiques, à vocation «grand public» par exemple?

On peut déjà y réfléchir, tenter quelques expériences, susciter des vocations. Mais je ne vois pas tellement, dans les grands groupes, émerger des cellules de réflexion sur les produits du futur : on va attendre de les voir arriver du Japon, comme les magnétoscopes. C'est dommage et c'est pour cela qu'on aimerait bien, à l'Afri, essayer de motiver les gens à être plus créatifs, à générer des nouveaux produits et à prendre les risques de les sortir.

Je pense qu'il existe des marchés qui sont prêts, à l'heure actuelle, pour des robots domestiques «jouets», par exemple, qui feront peut-être partie du statut du futur cadre au même titre que la chaîne hifi... Les freins les plus importants se trouvent dans les attitudes, l'inertie des grands groupes industriels. Je crois énormément à la génération d'idées nouvelles par les PMI, les petites sociétés d'innovation, quitte à ce que ces idées soient reprises par des grands groupes. Mais il faut encore que ces gros industriels soient à l'affût de ces idées nouvelles et qu'ils «sautent» dessus au bon moment. Il faut prendre des risques sur certains produits : les Japonais n'ont pas connu que des succès!

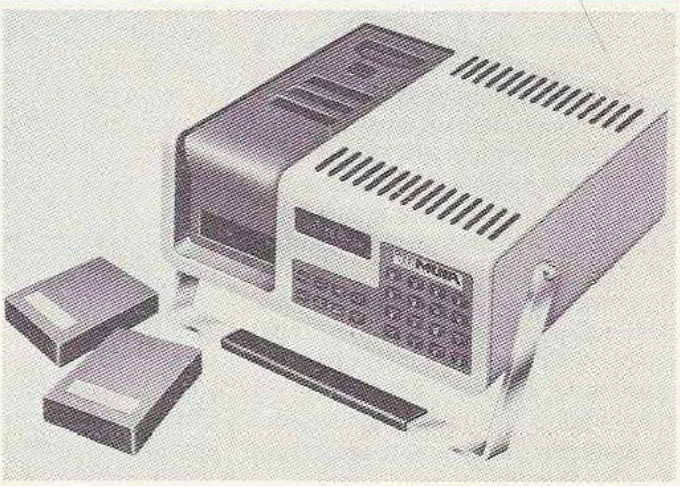
Cela dit les robots semblent maintenant bien acceptés par le grand public et les enfants sont très demandeurs et très passionnés par de tels produits. Je crois que le marché est prêt : il faut sortir le petit robot à 1000 francs qui parle, qui puisse se déplacer en évitant les obstacles, avec lequel on pourra interagir, qui aura, aussi, une certaine «psychologie»... ■

CAPTEURS DE PRESSION

Les capteurs de pression Honeywell couvrent un très large domaine d'applications allant de l'aéronautique à l'instrumentation médicale en passant par les compresseurs industriels. Ces capteurs sont constitués d'éléments piezo résistifs alliant haute sensibilité, linéarité, temps de réponse rapide et intégrabilité aisée (chip de 6,5 mm², typiquement). A l'intérieur de chaque série on trouvera des déclinaisons diverses correspondant à, par exemple, des précisions plus élevées ou, encore, à des modèles équipés de thermistances destinées à compenser les effets de variation de température. La série 120 PC permet la mesure absolue, différentielle ou différentielle rapportée à la pression atmosphérique, de la pression sur les gammes 0/0,35, 0/1 et 0/2 bars. La sensibilité typique varie selon les modèles : elle sera, par exemple, de 0,24 mV/mbar dans la gamme 0/1 bar pour la version «haute sensibilité» du 124 PC. L'alimentation se fait sous 10 V/2 mA et le temps de réponse est de l'ordre de 1 ms. La série 140 PC destinée à la mesure d'altitude ou de pression barométrique comporte un amplificateur de sortie. La série 130 PC est de type miniature (16,3 × 16,3 × 20,7 mm) et les capteurs ont une masse très faible : 5 grammes. Les 149 PC fournissent un courant proportionnel à la tension. Les 150 PC permettent d'effectuer des mesures sur des fluides gazeux ou liquides les traversant. Ces quelques citations ne constituent qu'un aperçu du catalogue.

Service lecteur : cerclez 6.

TESTEUR CT 300



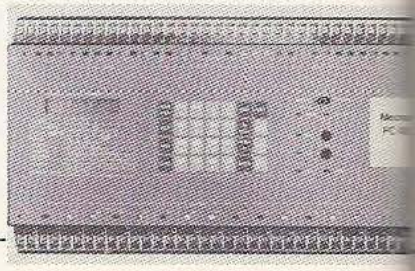
Le testeur de terminaux CT 300 de la société MUIR est un système portatif destiné à la maintenance, à l'étude et au contrôle de tout équipement péri-informatique (terminaux, modems, etc.) opérant en mode asynchrone, de 50 à 19 200 bauds. Il possède des interfaces RS 232, boucles de courant (0-20 et 0-60 mA), RS 422, RS423, MIL 188 C et Centronics. En se substituant au CPU, il génèrera des messages de tests élaborés soit à partir de programmes résidant en Prom, soit à partir de programmes spécifiques. Il permet, aussi, d'offrir à l'utilisateur une fonction «espion de ligne» en stockant dans une mémoire de 2,5 K-ockets les données transmises, cette mémorisation se déclenchant à partir de la reconnaissance d'un ou plusieurs caractères d'adresse, en particulier. En liaison série, le CT 300 reconnaît les caractéristiques de la liaison et se configure automatiquement.

Service lecteur : cerclez 7.

AUTOMATE PC 48 L

L'automate Mecman PC 48 L dispose de 32 entrées (courant fourni, contact sec ou issu d'un capteur PNP, 24V/12 mA, isolées par photocoupleurs, visualisées par Led) et 16 sorties (par relais ou en collecteur ouvert) extensibles. La programmation se fait en symboles logiques et peut occuper 488 lignes (scrutées en 28 ms). Les instructions sont au nombre de 19 (14 de base, 5 auxiliaires). Notons enfin la possibilité de programmation sur Eprom.

Service lecteur : cerclez 8.



INTELLECT 100

L'Intellect 100 de Micro Consultants, est un système de traitement numérique de l'image orienté vers des applications telles que la mesure physique, la microscopie quantitative, la reconnaissance de formes, le contrôle qualité ou, encore, la thermographie. La plupart des fonctions élémentaires de l'analyseur sont réalisées par des processeurs câblés programmables rapides permettant l'analyse d'image de 512 × 512 points en temps réel et sur 256 niveaux de gris.

Service lecteur : cerclez 9.

FONTAINE

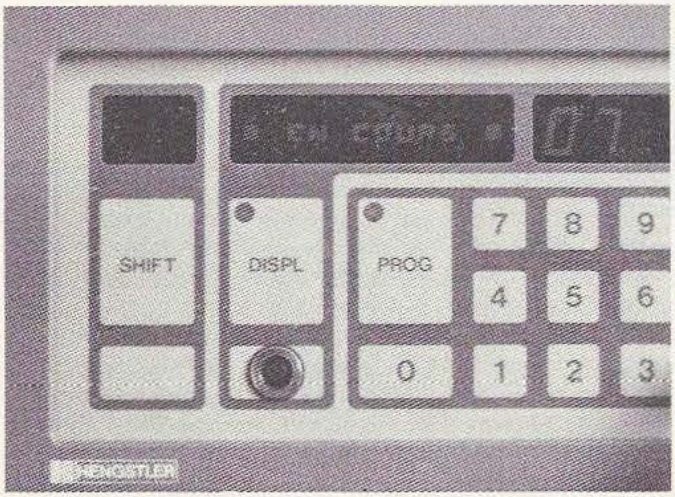
Parmi les nouveaux produits Fontaine, on trouve une série d'alimentations à découpage allant de 30 à 200 W avec des rendements compris entre 70 et 78 % avec des taux de régulation, pour les variations de charge, de 0,2 %. Quatre modèles sont proposés en format européen 3U et quatre autres en format 6U. En alimentations ininterruptibles, trois modèles sont proposés : 250, 500 et 1 000 VA. On trouvera, enfin, dans ces nouveautés, des convertisseurs continu/continu à découpage (30 et 100 watts) au format européen 3 U.

Service lecteur : cerclez 10.

VARIMOD 715

Le Varimod 715 est un séquenceur paramétrable offrant une très grande facilité d'emploi puisque l'utilisateur, programmant directement au clavier intégré, est guidé durant ces opérations par un affichage alphanumérique. 130 pas (impulsionnels ou temporisés) sont disponibles pour former une ou plusieurs séquences.

Service lecteur : cerclez 11.

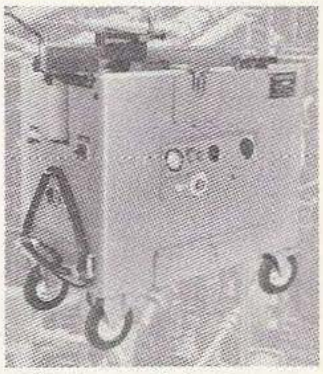


VIS A BILLES

Les vis à billes sont très utilisées sur les machines-outils à commande numérique demandant une grande précision de positionnement, une rigidité importante, une faible déviation des pas. Warner Electric s'est spécialisé dans la fabrication de tels composants dont il propose une vaste gamme avec possibilités d'usinage des bouts d'arbre soit au standard de la marque soit selon les demandes spécifiques des clients.

Service lecteur : cerclez 12.

TUBOMAT



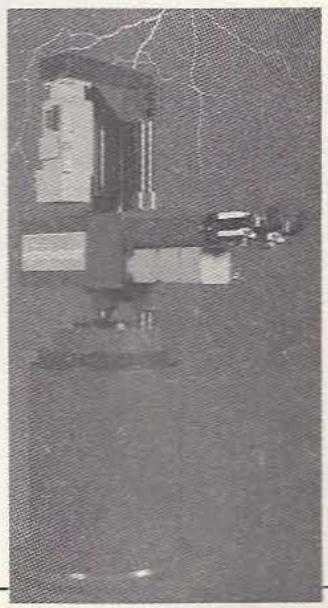
Tracto-Techniques fabrique une machine transportable, la Tubomat, permettant un façonnage rapide et «sans bavure» de tubes hydrauliques de 6 à 42 mm de diamètre (sciage, ébavurage, cintrage et sertissage). Pour fixer les idées, les quatre opérations qu'elle réalise demandent, au total, 124 secondes pour un tube de 16 mm. Le cintrage est contrôlé par un afficheur digital et peut aller jusqu'à 180°. Grâce au réglage automatique de la pression, la Tubomat permet un sertissage optimal des bagues coupantes ou progressives.

Service lecteur : cerclez 13.

ROBOTS WAVIS

La gamme «Hand Rover» du constructeur Wavis comprend deux robots pouvant manipuler des charges de 10 et 20 kg avec une précision de ± 0,1 mm. Aux trois axes d'origine, on pourra rajouter deux axes supplémentaires pour des applications spécifiques : la motorisation de ces axes se fait par des servo-moteurs à courant continu, la commande C.N.C. étant fournie. Le champ d'application de tels robots est très large couvrant aussi bien l'assemblage que le chargement/déchargement. Prix d'un robot «10 kg» avec sa commande C.N.C. Siemens Primo et ses asservissements : 270 000 F H.T., environ.

Service lecteur : cerclez 14.



Interview

LA ROBOCRATIE?

Les mutations technologiques ne peuvent se réaliser sans modifications profondes des mentalités et sans un consensus social. La robotique fait-elle l'unanimité? Yves Lasfargue, Secrétaire National de l'U.C.C.-C.F.D.T. donne le point de vue de la Centrale syndicale.

Quelles sont les constatations que fait la CFDT sur l'introduction de la robotique dans les secteurs de production?

Il faut avant tout déterminer le nombre de personnes concernées par les robots et faire un tri entre le concret et «l'extraordinaire» que véhicule un tel sujet. Il existe environ 1400 robots en France et si l'on admet qu'il y a 4 travailleurs autour de chaque robot, il y a donc 5000 à 6000 ouvriers qui travaillent avec, ou autour de ces machines. En rappelant qu'il y a 4,6 millions d'ouvriers, le phénomène est, par rapport à ce que l'on en dit, tout à fait marginal.

Si l'on étend cette analyse à l'automatique, avec les 15.000 MOCN installées en France, 45.000 ouvriers sont alors concernés. De même il y a 50.000 automates programmables aujourd'hui, et probablement entre 100 et 200.000 ouvriers qui ont un rapport plus ou moins direct avec ce type de matériel. En fait, le robot fait beaucoup parler de lui alors que dans la réalité il n'a pas une place prépondérante.

A l'inverse, pouvez-vous nous chiffrer le nombre d'ouvriers que remplacent les 1400 robots installés?

Nous sommes très dubitatifs sur le nombre d'emplois perdus car on s'aperçoit que ce problème n'a pas vraiment de sens. Chez Renault, la plupart des robots ont été mis sur des postes déjà automatisés (robots de soudure par exemple) donc je me refuse à vous livrer, concrètement, un chiffre car si dans la pratique, le nombre des emplois diminue pour des raisons de marché ou de productivité, il est extrêmement délicat d'imputer sa part au robot.

Nos camarades allemands disent qu'un robot remplace 4 personnes, les suédois : 0,5 personne, les anglais : 2 personnes, etc. Le simple fait d'aller de 0,5 à 4 personnes montre que ce n'est pas ce type de calcul qu'il faut faire.

Je vais tout de même vous donner un exemple : je présidais en 82 le groupe de stratégie industrielle n° 3 du commissariat général du plan, chargé d'étudier la pénétration de

l'automatisation et de l'informatisation. Nous avons fait réaliser une simulation portant sur le textile (500.000 emplois) pour prévoir les conséquences qu'aurait eu, sur 5 ans, un effort d'automatisation consécutif à une aide de l'Etat de l'ordre de 1 million de francs par an. Le modèle a montré que si l'on ne met pas de robots, on perd environ 30.000 emplois et si l'on en met, on perd de l'ordre de 10.000 emplois! Pourquoi? Parce que la robotisation à outrance améliore la compétitivité des produits et, en fait, c'est en robotisant que l'on perd le moins d'emplois. Cela n'est qu'un modèle théorique, plus compliqué dans la pratique. Par exemple : le robot gâchera moins de tissu — environ 10% en moins — ce qui signifie que l'on va à la fois sauver des emplois dans l'habillement et en perdre dans le textile, puisqu'avec moins de tissu, on fera plus de vêtements.

En fait si l'on raisonne en terme macro-économique, on ne peut connaître précisément le nombre d'emplois que substitue le robot. En terme micro-économique, au niveau de l'entreprise, l'introduction d'un robot peut supprimer des emplois de basse qualification.

Comment expliquez-vous que le robot n'ait pas bonne presse auprès des travailleurs?

C'est faux! S'il y a eu des rejets vis à vis de l'informatique de gestion dans les années 70, il n'y a jamais eu de tracts contre les robots. L'aspect négatif dont vous parlez vient du fait que le robot a été le symbole, à partir de 1980, de l'automatisation.

Au niveau des ateliers de production, ce sont les ouvriers et leurs syndicats qui ont demandé l'automatisation, notamment pour les travaux pénibles ou dangereux.

Si l'informatique dans les bureaux n'a jamais été demandée par les travailleurs, celle qui conduit à l'automatisation ou à la robotisation l'a

en revanche, toujours été, dans les secteurs de production.
Et c'est pour cela que l'automatisme de production n'a et ne fait l'objet d'aucun rejet. D'une autre façon, au regard des 2,5 millions de chômeurs, personne ne remet en question, y compris en Lorraine, la nécessité de modernisation. C'est un phénomène propre à notre pays, pour la simple raison que la France est en retard.
Les syndicats et les salariés demandent donc cette modernisation ; en R.F.A., compte tenu de leur avance, ce n'est pas tout à fait pareil ; ils ne sont pas loin de dire : «faisons-en un peu moins !»
Au niveau social, il faut reconnaître que le mot robotique est synonyme de «quelque chose qui nous prend nos emplois» alors que l'informatique c'était «quelque chose qui nous abîme nos emplois».
Un travailleur américain m'a dit, l'an passé : «Mon travail, jusqu'alors, c'était surtout beaucoup de sueur ; avec les robots, à présent, c'est vraiment moins de sueur ! Alors il n'y a pas un ouvrier de notre usine qui regrette l'arrivée des robots».

Comment parvenez-vous à faire passer ce message dans la masse des travailleurs ?

Ce message est facile à faire passer au niveau de la production. On se bat sur plusieurs points, notamment au niveau de l'information. Il est insoutenable de voir arriver l'automatisation sans que personne ne s'y attende. Alors que c'est supportable lorsqu'on est prévenu deux ou trois ans à l'avance. Une loi Auroux très importante a réglé ce problème, disant en substance que, dorénavant, le comité d'entreprise doit être informé et consulté préalablement à tout projet important d'introduction de nouvelles technologies. Deuxième point crucial : le comité d'entreprise peut faire intervenir, maintenant un expert extérieur pour l'aider à analyser les nouveaux projets — les suédois avaient ces possibilités depuis une dizaine d'années.
Nous nous battons aussi sur le travail de recensement et l'analyse des machines automatiques que chaque section syndicale doit faire dans son entreprise afin d'évaluer l'impact du changement technologique. Mais cette évaluation est difficile à réaliser, selon les critères que l'on retient. C'est pourquoi la CFDT à mis au point une liste de 40 critères. Cette liste a été admise par tout le monde, syndicats et patronat compris.
Chacune des quarante questions auxquelles il faut répondre, dans le cadre de ce changement technologique, a, théoriquement, une égale importance. La CFDT attache pourtant une importance particulière à ce qui concerne l'évolution de la qualité de l'emploi : l'hygiène et la sécurité, les conditions de travail physique, psychologique, etc.
En troisième lieu, après l'information et l'analyse, nous élaborons des contre-propositions qui portent généralement sur les objectifs de la robotique dans le sens d'une réduction du temps de travail, d'une amélioration des qualifications, d'une amélioration de la sécurité ou de la création de nouveaux emplois, etc.
Pour nous, le bon système installé autour du robot, c'est celui qui va qualifier l'individu. Le travailleur qui est au pied de la machine doit pouvoir la comprendre et la programmer. Une de nos revendications est que la fonction de programmation ne soit pas donnée au bureau d'études ou des méthodes mais reste au travailleur. Bien sûr cela est plus difficile s'il y a 100 robots dans l'entreprise. La formation alors nécessaire d'un ouvrier ne dépasse pas, d'après nos constatations, 5 jours pour qu'il apprenne à modifier un programme et 10 à 15 jours pour lui apprendre à faire entièrement un programme.

Que va-t-il se passer maintenant que l'on arrive à affiner la tâche du robot et, en quelque sorte, à qualifier son travail ?

On a cru d'abord que les robots étaient capables d'effectuer des tâches simples, et c'était faux puisque, jusqu'à présent, charger une machine ou nettoyer n'est réalisé que par les ouvriers. On s'est dit alors que les robots pouvaient remplir des tâches compliquées, de l'assemblage en particulier. Mais ces travaux ont toujours été réalisés par des O.S., des travailleurs peu qualifiés. On n'en est pas encore à installer des robots pour des tâches réalisées par du personnel qualifié. Cela dit, on y vient lentement.

Pourtant, dès l'an prochain, la R.A.T.P. va installer des robots mobiles de nettoyage...

Il y a un aspect cyclique des choses. Je vais vous donner un exemple précis. Le gaz de France a automatisé un terminal méthanier, à La Rochelle, à 60% seulement alors qu'il pouvait le faire à 100%. Pourquoi ne l'ont-ils pas fait ? Parce que la seule façon de pouvoir effectuer des réparations en cas de panne reste de conserver des équipes de personnel formé. Aussi, volontairement et pour des raisons techniques, ont-ils pris le parti de ne pas tout automatiser.
Il y a 10 ans, c'était l'automatisation à outrance qui prenait le pas, ce n'est plus vrai aujourd'hui.
Mais il est certain qu'il y aurait absurdité à conserver des hommes pour des travaux pénibles, comme le nettoyage du métro, qui peuvent être exécutés par des robots.
Mais dans ce cas précis, il faudra du personnel pour programmer, entretenir et surveiller ces robots. Ce personnel devra être formé et qua-

lifié, si possible issu de l'intérieur de l'entreprise. Il ne faut pas, comme c'est le cas, trop souvent en informatique, que ces trois tâches soient réalisées par une entreprise extérieure ou par le constructeur des robots.

Que va-t-il se passer, selon vous, avec l'arrivée des Systèmes Experts ?

Les Systèmes ne seront utilisables que d'ici une quinzaine d'années et serviront à aider des personnes dans leurs décisions, sans pour autant les remplacer.

Est-ce que, globalement, le concept de qualification dans le secteur de la production va, avec l'arrivée de l'informatique et de la robotique dans un sens positif ?

C'est une question très politique. La qualification peut être subjective ou objective. Du point de vue de la subjectivité, un certain nombre de gens pensent qu'ils ont été déqualifiés car la qualification qu'il voulait, allait dans le sens d'une autonomie — comme un artisan est autonome, par exemple. Cela dit, est-ce qu'apprendre à programmer constitue ou non une qualification ? Moi je pense que oui, d'autres se sentent déqualifiés. On peut dire qu'avant 75, taper sur un clavier était un travail féminin et donc peu qualifié dans l'esprit des gens. Depuis, et aujourd'hui plus encore, il n'y a plus un ministre ou un cadre qui ne se fasse photographier sans avoir les mains sur son terminal... même s'il ne sait pas s'en servir ! En 72, être devant un terminal, ça voulait dire être O.S. de saisie, payé aux pièces et déqualifié !

On peut aussi répondre à votre question en regardant les statistiques : le nombre des cadres a triplé en 15 ans, de même que le nombre de techniciens. En fait, la robotique peut qualifier ou déqualifier selon le système d'organisation : ceux qui maitrisent le système technique sont qualifiés.

Les entreprises sont-elles à même de former leur personnel ?

Une erreur a été faite en informatique, dans les entreprises : au lieu de former les gens concernés, les entreprises ont créé des divisions supplémentaires dans le travail en mettant en place des services informatiques structurés (chef informaticien, chef analyste, programmeur, ingénieur analyste). Cette division du travail a tendance à se reproduire en C.A.O. et en production. Aussi, aujourd'hui, la formation a plutôt pour but d'apprendre l'informatique aux informaticiens alors qu'elle devrait l'apprendre à tout le monde. La micro informatique domestique corrige un peu cette aberration mais nous aurions préféré que les formations se fassent en entreprises ou dans le système éducatif et pas sur l'initiative privée. Ce paysage va être modifié par la pénétration importante des minitels dans les foyers où l'on verra, pour la première fois, plus de terminaux dans les maisons qu'il y en a dans les entreprises. Les mentalités vont donc changer.

Pour en revenir à la robotique, l'unité syndicale est-elle réalisée sur l'analyse que porte la CFDT ?

Pas du tout, il y a autant d'analyses qu'il y a de syndicats. L'unité est pourtant réalisée sur la nécessité d'analyser l'avènement de la robotique. Si je vous ai peu parlé d'emploi c'est pour deux raisons : premièrement, s'il y a moins de travail, ce n'est pas dramatique à partir du moment où il y a plus de richesses. Or ces outils produisent plus de richesses ; le problème est de savoir les distribuer et donc de partager le travail entre tous, même s'il y en a moins pour chacun puisque les richesses augmentent.

Des cinq principaux syndicats, nous sommes les seuls à croire au partage du travail et des revenus. Aucun ne rejette pourtant la robotique.

Que pensez-vous de ce slogan : «Il n'y a pas de bons robots sans démocratie» ?

C'est un slogan que nous aurions pu signer. Les robots, si on les contrôle, peuvent nous donner satisfaction sur de nombreux points. Nous pensons qu'il y a plusieurs façons d'implanter des robots. Certaines implantations peuvent améliorer les conditions de travail. Nos camarades de la C.G.C., de F.O. et de la C.F.T.C. n'acceptent pas ce type de discours et disent que c'est au patron, et à lui seul, de créer le système d'organisation. Nous, nous voulons y participer ! Nous sommes optimistes car nous croyons au partage du travail, d'une part, mais aussi qu'il y aura de nouveaux besoins et de nouveaux produits. Nous disons clairement qu'il est nécessaire de développer la robotique en France, pas n'importe comment bien sûr !

Pourtant, la robotique et donc l'augmentation de la productivité, au niveau mondial contribue à un déséquilibre plus grand entre les pays occidentaux et le tiers-monde. Qu'en pensez-vous ?

C'est vrai, nous nous battons pour transférer géographiquement ces technologies. Dans la pratique le fossé se creuse, nous y sommes très attentifs mais nous n'avons pas de réponses. Cela me fait penser à ce que m'a dit un ouvrier de chez Renault : «Moi, je suis contre les robots car ils contribuent à accroître la productivité ici mais, dans le même temps, à faire un chômeur de plus chez Fiat ou chez Volskwagen». Je n'ai pas trouvé de réponse à lui faire !

Pour terminer, pensez-vous, comme l'a dit le Pape, que l'informatique ou la robotique menacent notre liberté ?

Nous sentons qu'il y a une possibilité de détournement mais aussi le danger que quelques personnes seulement sachent programmer les robots et que le reste de la main-d'œuvre soit déqualifiée ce qui aboutirait aussi à une société duale. Le second danger c'est que l'on fasse prendre à ces machines des décisions, sans intervention humaine. Troisième danger, c'est celui des banques de données et des libertés : il s'agit de prendre des mesures culturelles et structurelles.

Nous savons que ces dangers sont réels ; à nous d'y mettre des garde-fous. Le pape a donc raison de mettre l'accent là-dessus. Les changements technologiques ne doivent pas se faire en dehors des travailleurs car le danger majeur serait celui de l'avènement d'une société duale. ■

Notes

CNRS/INRIA

Le 24 avril dernier Pierre Papon, directeur général du CNRS et Jacques Louis Lions, président de l'INRIA signaient un protocole d'accord formalisant une collaboration existant déjà depuis longtemps entre ces deux organismes. Il s'agit, à travers cet accord et compte tenu des enjeux primordiaux liés au développement de l'informatique, de la micro-électronique et de la robotique, d'accroître encore l'effort de recherche en ces domaines par une plus grande concertation (sur les relations avec l'industrie, entre autres). On notera, en particulier, l'accent qui devrait être mis sur les Bases de

Données de la troisième génération, sur l'Intelligence Artificielle, sur la Robotique, la communication Homme-Machine. On ne peut que se réjouir d'un tel accord qui devrait impliquer une synergie encore plus importante entre ces deux prestigieux organismes et les nouvelles industries du troisième millénaire.

COW-BOYS

Notre confrère «L'Informatique Professionnelle» édite deux numéros spéciaux. Le premier, au titre réaliste, s'intitule «Micro-informatique française : dur, dur...» et le second, qui paraitra en septembre, abordera le problème de l'utilisation de la Micro-informatique. Dans ces deux ouvrages, une même préoccupation : donner la parole aux professionnels de la micro, ceux qui seuls peuvent porter un regard critique et objectif en évitant l'effet de

mode et le masque des passions. Faire le point sur l'industrie mondiale, interroger les principaux responsables français de l'industrie de la micro, évaluer les chances de notre pays, dénoncer l'élimination brutale des premiers cow-boys du Far-West informatique au profit des hommes du Marketing, de la politique ou du pouvoir, ne pas mâcher ses mots et les dire avec humour, tels sont en substance les axes remarquables de ce livre passionnant. (Editions d'Informatique. Tél. : (1) 604.07.08)

EN MUSIQUE :

Le musée des Sciences et Techniques de la Villette prévoit d'installer 180 postes de consultation individuelle de vidéodisques. Son stock de disques se montant à 15 000 exemplaires, il restait à trouver un système capable de «servir» rapidement les postes de consultation. Là où le juke-box vidéo parait inefficace, le robot pourrait être une solution. Toujours est-il que les sociétés d'ingénierie Serete et Automatique Industrielle collaboreront sur ce projet avec le constructeur de robots que nos lecteurs connaissent bien, la société AID. Au Musée de la Villette, une chose est sûre, les robots n'iront pas aux abattoirs !

RENDRE A CÉSAR

En page 19 de notre n° 7 la paternité du livre «Introduction aux Systèmes Experts» a été attribuée malencontreusement à J.-L. Laurière (créateur du Snark). Que Michel Gondran nous pardonne! Les experts auront rectifié d'eux-mêmes...

Informatique

BROTHER EP-44

Après le modèle EP-22 (testé dans **Micro et Robots** n° 4), Brother vient de créer l'EP-44 version encore plus sophistiquée de la machibe à écrire portable EP-22. Quatre pages de texte peuvent être mémorisées avec toutes les possibilités de corrections, d'ajouts déjà existantes sur le modèle précédent. En outre cette machine s'utilise aussi bien en

imprimante (avec possibilité de bobine de papier) qu'en terminal de réseau grâce à son interface RS 232.

Service lecteur : cerclez 15.

KAYPRO 4

Le Kaypro 4 version 84 reprend les concepts mis en œuvre dans son prédécesseur tout en les améliorant : ainsi la vitesse du processeur a été doublée, une horloge en temps réel a été adjointe, la définition des caractères a été portée de 5 × 7 à 8 × 16 pixels, un modem 300 bauds a été intégré et les deux lecteurs de disquettes sont maintenant de type «Thinline». Toutes ces améliorations, de surcroît, ne feront pas bouger le prix qui restera celui de l'ancien Kaypro 4.

Service lecteur : cerclez 16.

EPSON PX-8

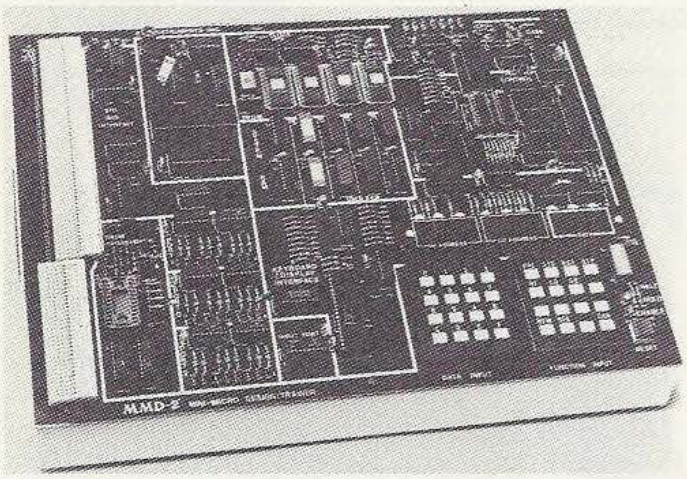
Après le portable HX 20 voici le PX-8 micro-ordinateur portable de haut de gamme construit autour de Z80, de 64 K-octets de Ram et disposant d'un écran Lcd de 8 lignes de 80 caractères et d'un clavier Azerty accentué. Ce PX-8 fonctionne sous CP/M, offre un Basic Microsoft, un traitement de texte Wordstar, un tableau Calc, une base de données Card Box, etc. Une imprimante portable extérieure peut être connectée à ce PX-8. Prix : 8 960 F H.T.

Service lecteur : cerclez 17.

DÉVELOPPEMENT

Le MMD-2 (Mini-Micro Designer) construit autour du microprocesseur 8080 d'Intel permet la réalisation de systèmes de contrôle et d'interfaces spécifiques mais c'est aussi un outil intéressant de formation à la micro-informatique «hard». Doté de 4 K-octets de Ram et de 8 K-octets de Rom, il offre en outre : un programmateur d'Eprom (2708 ou 2716), des entrées-sorties parallèles et série, un correcteur normalisé pour extensions par Bus STD, un clavier double, des afficheurs de données en octal et en hexadécimal, etc. Prix : 25 100 F H.T.

Service lecteur : cerclez 18.



CARTE D'INCRUSTATION

La société Vidéo Prestations propose une carte d'incrustation semi-graphique intéractive permettant l'incrustation de textes dans les images Pal ou Secam à partir d'un Apple II. La génération s'effectue en 8 couleurs de caractères (128 alphanumériques et 128 graphiques, majuscules et minuscules accentuées, double largeur, double et quadruple hauteur) et sur 8 couleurs de fond. Prix : 3 650 F H.T. Un produit standard, s'adaptant à tout micro-ordinateur, sera proposé en septembre.

Service lecteur : cerclez 19.

NOGETEL

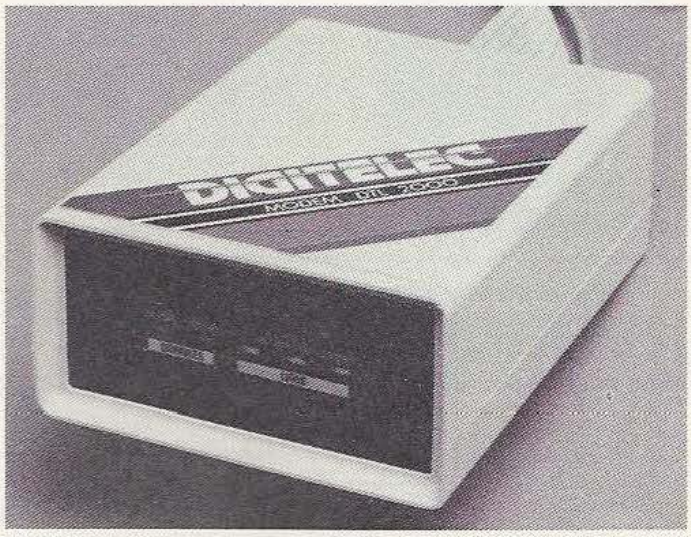
Le boîter d'interface multifonction Nogetel permet d'effectuer : une liaison tampon Minitel — imprimante (de type Centronics), une liaison copie Minitel-imprimante (impression, sur demande, de la dernière page affichée), une liaison RS 232 (sortie d'un micro-ordinateur) — imprimante (à entrée parallèle), un remplacement de la sortie imprimante par une sortie RS 232C. Prix, pour fonctions 1 et 2 : 1 500 F H.T. Prix, pour fonctions 1, 2 et 3 : 1 800 F H.T. Prix de l'option sortie série RS 232 C : 500 F H.T. Prix de l'imprimante à aiguille 40 colonnes/40 cps : 1 500 F H.T. Un ensemble complet Nogetel avec imprimante permettant la recopie de l'écran Minitel avec les codes graphiques est annoncé, prochainement, pour 2 800 F H.T.

Service lecteur : cerclez 20.

DIGITELEC DTL 2000

De fabrication française, ce modem est articulé autour d'un circuit «fond de panier» pouvant recevoir jusqu'à 5 cartes-filles. La configuration minimale est ainsi réalisée avec 2 cartes, l'une d'interface, avec le micro-ordinateur, l'autre pour le modem proprement dit. Cette carte modem est proposée en plusieurs versions selon l'usage souhaité : la DTL V21 permet de réaliser des transmissions en Full Duplex à 300 ou 600 bauds et d'accéder au réseau Transpac ou à tout autre réseau ; la DTL V23 permet l'accès aux services Teletel en 1200/75 bauds Full Duplex (le choix 1200/1200 est également possible pour la communication Half Duplex entre deux modems. La conception du DTL 2000 est assez ouverte pour permettre de nombreuses fonctions par cartes enfichables : répondeur téléphonique à synthèse vocale, appel automatique à une heure prédéterminée, commande d'appareils par appels téléphoniques, etc. Exemple de configuration de base : interface Oric + DTL V23 pour 1 290 F T.T.C. Début août seront disponibles des interfaces pour Sinclair, Commodore et Apple ainsi que la carte DTL V21.

Service lecteur : cerclez 21.



TABLETTES SCRIPTEL

Les tablettes graphiques Scriptel se caractérisent par une grande précision (± 0,4 mm en standard), un rythme de numérisation élevé (maximum de 200 coordonnées par seconde) et une plus grande fiabilité obtenue par une nouvelle technologie dite «Resistive decoding technology» : le stylo électronique induit, par couplage capacitif, des courants alternatifs dans la couche résistive (déposée sur un substrat diélectrique) ; un circuit électronique détecte ces courants induits et les convertit en informations numériques qui sont les expressions des coordonnées XY de la position du stylo (ou du curseur). Cette technologie, outre qu'elle permet de réaliser des digitaliseurs transparents, affranchit le système des problèmes de sensibilité aux champs électromagnétiques haute ou basse fréquence. Ces tablettes, enfin, ne nécessitent pas de recalibrage.

Service lecteur : cerclez 22.

Informatique

PERSONA 1600

Tel est le nom du premier né d'une famille de micro-ordinateurs 16 bits fabriqués par Logabax et compatibles avec les standards de l'industrie. Ce système fonctionne avec un 8086 entouré d'une mémoire de base de 128 K-octets tandis que le clavier est géré par un 8049 permettant le contrôle d'une «souris». Le moniteur associé possède un tube de 12'' et diverses configurations avec disques souples ou durs sont proposées. Le système d'exploitation standard se fait sous MS-DOS 20 (langages possibles, hors le Basic interprété : Basic compilé, Cobol, Pascal, Fortran, assembleur, Microfocus, RM Cobol, langage C).

Service lecteur : cerclez 23.

GOUPIL J

SMT-Goupil en lançant «Goupil-Jeunesse» vise le marché de la formation en proposant un micro disposant de 64 K-octets de Ram, une interface série, deux interfaces parallèle, un écran 25 × 80 avec possibilités Vidéotex, un «vrai» clavier 101 touches et un lecteur 5'' simple face de 160 K-octets. Prix : 14 000 F H.T.

Service lecteur : cerclez 25.

SRM 6

La série des modems Full Duplex SRM 6 fabriqués par Rad est, pour le moins étonnante. La miniaturisation, d'abord, a été poussée à l'extrême (135 × 49 × 30 mm) avec l'intégration du connecteur dans le boîtier. Par ailleurs ces modems n'ont besoin d'aucune alimentation, celle-ci étant fournie par les signaux eux-mêmes. Les prix, enfin, sont attractifs : 840 F H.T. pour le 6D (asynchrone, 19 200 bps), 1 330 F H.T. pour le 6A (asynchrone, transfo de ligne incorporé, 19 200 bps), 1 800 F H.T. pour le 6S (synchrone, transfo incorporé, 1 200-19 200 bps).

Service lecteur : cerclez 24.

BUSMODUL

UN SYSTEME D'INTERFAÇAGE SIMPLE ET ECONOMIQUE POUR VOTRE MICRO

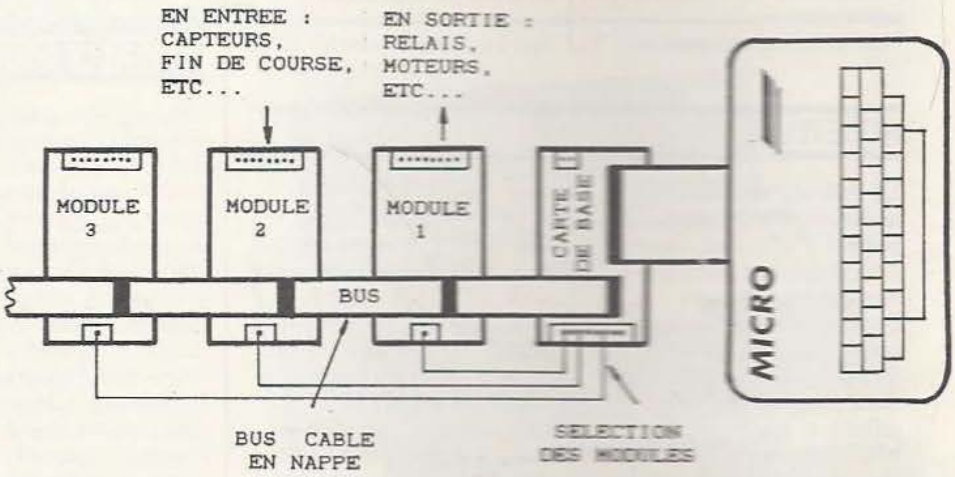
Cartes de Base pour :

- ORIC-ATMOS
- COMMODORE 64
- APPLE
- EPSON HX-20
- ZX81 et SPECTRUM

Modules :

- 8 entrées binaires
- 8 sorties binaires
- 8 entrées analogiques
- Moteur pas à pas

- Autres micros ou autres modules : Nous consulter



JUSQU'A 8 MODULES (32 ENTREES / 32 SORTIES)

SIDENA
117 rue de la Croix Nivert
75015 PARIS

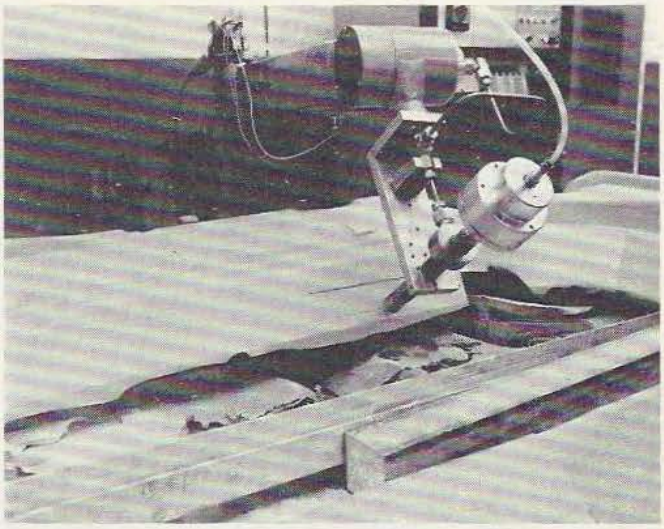
Documentation contre 2 timbres-poste
(N'oubliez pas de préciser quel est votre micro)

Service lecteur : cerclez 104

Industrie

ASEA : DECOUPE PAR JET D'EAU

La découpe de matériaux au jet d'eau n'est pas encore très pratiquée et les spécialistes en la matière sont encore rares. Pour démontrer l'efficacité de cette technique exigeant des compresseurs puissants (la pression du jet, d'un diamètre en sortie de buse de l'ordre de 0,2 mm, atteint 50 000 psi environ), le constructeur Asea, en son usine de Persan, avait récemment monté sur son robot IRB 6 le système de découpe commercialisé par l'américain Flow Systems. La découpe au jet d'eau s'avère très efficace pour tous les matériaux directement issus de la chimie organique (ABS, Nomex par exemple) mais aussi pour des produits alimentaires tels que le chocolat, les filets de poissons, etc. Dans la plupart des cas, les matériaux ainsi attaqués ne nécessitent pas d'ébavurage ; de surcroît l'eau ayant servi à la découpe, chargée des débris du matériau usiné, est récupérée et évacuée. D'où l'avantage de ce type



de découpe pour les matériaux produisant des poussières nocives. L'opération dégage, bien sûr, une certaine chaleur qui n'a cependant rien de comparable avec celle, très fortement localisée d'un laser. Effet mécanique d'un côté, effet thermique de l'autre, on discerne sans mal les domaines privilégiés où agiront ces deux techniques peu concurrentes. Concrètement, les applications de cette découpe hydrodynamique, supportée par des robots, se retrouveront dans l'industrie automobile (découpe des consoles de bord, des matériaux d'habillage, etc.), dans la fabrication des circuits imprimés (le jet d'eau découpe sans problème le verre epoxy), dans le travail des cuirs, du caoutchouc, des structures en nid d'abeille, etc.

Service lecteur : cerclez 27.

AUXILEC-DAINICHI

Un double accord est récemment intervenu entre Auxilec, filiale de Thomson Lucas, et le japonais Dainichi qui fait d'Auxilec le distributeur pour la France, l'Espagne et l'Italie, des robots Daros mais aussi un partenaire du groupe japonais pour «le développement de nouveaux matériels et procédés pour la robotique». Ce dernier accord porte sur l'équipement, à court terme, des robots Daros livrés en Europe, de servomoteurs et de commandes électroniques fabriqués par Auxilec. Les dirigeants de cette société justifient leur association avec Dainichi en soulignant : l'accès rapide au marché et à la technologie des robots, la gamme importante proposée (13 modèles allant du plus petit robot d'assemblage PT 200, 4 axes, pouvant manipuler des charges de 2 kg, à l'énorme BA 4700 admettant des charges de 300 kg et offrant une répétabilité de ±1 mm), le dynamisme du partenaire, l'introduction en bonne place dans un réseau de vente international. Telle est donc la voie choisie par Auxilec et Dainichi, pavée de bonnes intentions réciproques.

Service lecteur : cerclez 26.

L'OFFRE FRANÇAISE DE ROBOTS

Benjamin Coriat, chiffres en mains, nous livre ici un certain portrait-robot de la France.

A son échelle, réduite et hors de proportion avec celle du Japon ou des Etats-Unis, à peu près comparable cependant avec celle de ses concurrents européens, la France à son tour est entrée dans le marché de la Robotique. Au point actuel, trois traits essentiels permettent de saisir les particularités que revêt en France la question de la Robotique.

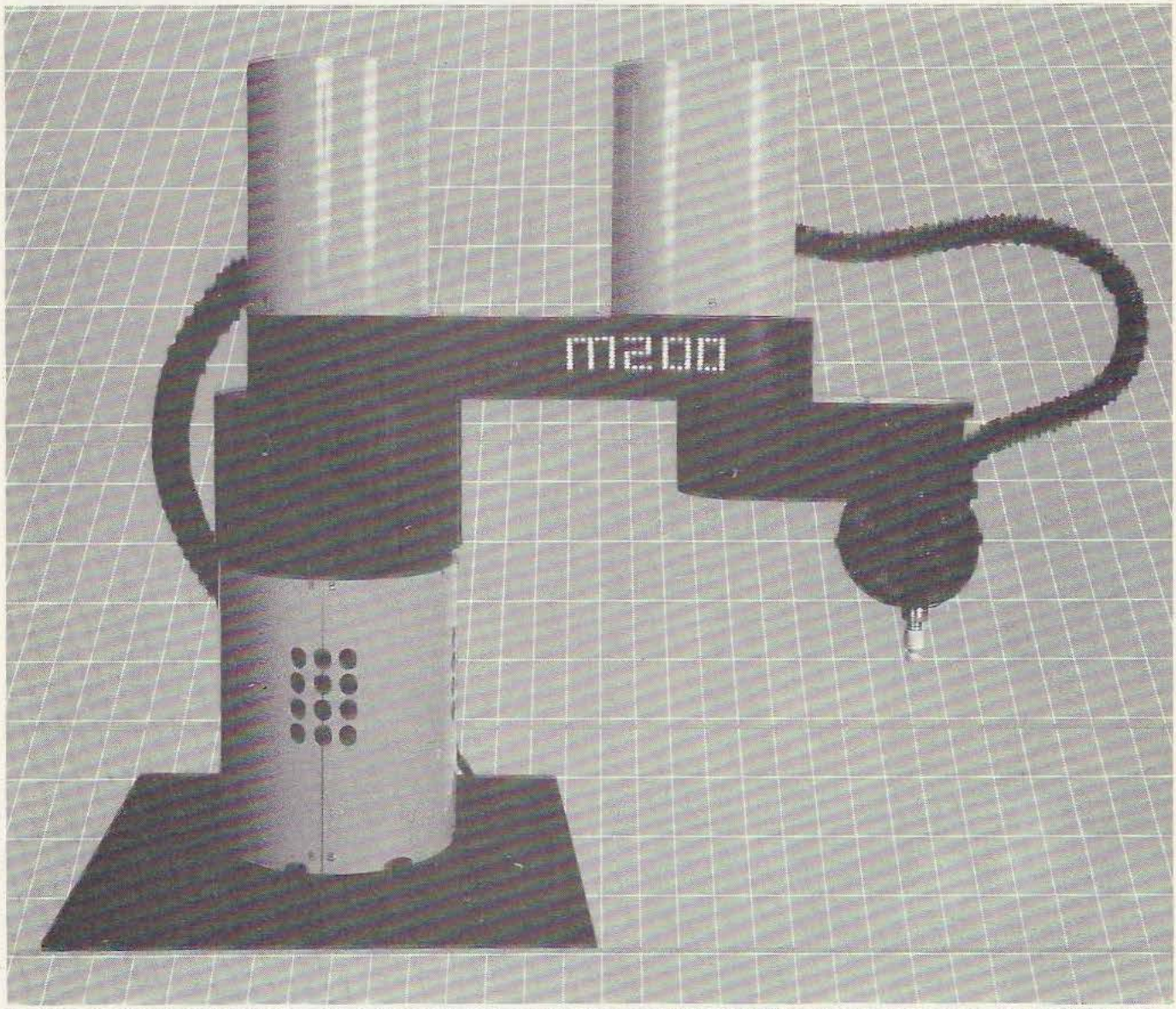
Benjamin Coriat, économiste, s'est depuis longtemps spécialisé dans l'étude des aspects socio-économiques de l'automatisation. Cet article reprend et développe un chapitre de son ouvrage «La Robotique» paru chez Maspero dans la collection Repères (1983).

Une entrée tardive sur le marché

En France, c'est dans l'après 1974 que commence l'expansion véritable de la Robotique. En 1976 encore, les 19 premiers Robots de l'usine de Douai sont-ils achetés à l'américain Unimation. Tant pour ce qui concerne l'utilisation que la production, le développement véritable de la Robotique qui ne commence à se faire que dans le tournant des années 1980, ne devrait prendre son essor fondamental que pour la période 1985-1990.

En 1980, le parc installé est encore faible (évalué à une centaine de Robots strictement définis). Ce retard du marché de la Robotique est général. Il correspond , par ailleurs, à celui d'autres machines automatiques, les MOCN notamment.

D'une manière générale, on s'accorde à admettre que le marché



Le très récent robot M 200 de la Cical, traivaillant à grande vitesse : l'exemple même d'un nouveau dynamisme industriel.

dans les dix dernières années est resté peu porteur, les pas décisifs ne devant être franchis qu'au cours de cette décennie (cf. tableaux).

L'ADI (Agence pour le Developpement de l'Informatique) a récemment fait procéder à une estimation du parc total installé, utilisant pour ce faire une nomenclature particulière. Les résultats sont contenus dans le tableau 1.

En apparence le chiffre de 38 625 parait plus que raisonnable. Mais il resterait à entrer dans la caractérisation **plus fine** des 30 000 «transfert mécanique simple» qui constituent environ 76 % du total !

TYPES	Nombre	Prix moyen unitaire	Valeur totale du parc
1 Programmable, asservi trajectoire continue	120	600 kF	72 MF
2 Programmable, asservi	500	500 kF	250 MF
3 Programmable, non asservi, général	2 000	200 kF	400 MF
4 Programmable, non asservi, forge et injection	6 000	50 kF	300 MF
5 Transfert mécanique simple	30 0000	20 kF	600 MF
6 Robots intelligents	15	?	?
TOTAL	38 625		1 622 MF

Tableau 1. Parc de robots installés en France au 1/1/82. Source : estimation de l'A.D.I.

La domination du marché automobile

Une autre donnée majeure du marché français est constituée par le fait que, plus nettement encore qu'ailleurs, c'est l'Automobile qui constitue le marché dominant et le point avancé de la robotisation des fabrications. Dans le cas de la France, (cf. tableau 2), l'industrie automobile tient une place écrasante, absorbant pratiquement 60 % de la totalité du parc installé.

De plus, Robots et manipulateurs automatiques — à la différence de ce qui pouvait être observé au Japon — restent concentrés à l'intérieur des grandes entreprises. La diffusion dans les petites ou moyennes entreprises se heurte à des obstacles de tous ordres, financiers, techniques, ou culturels.

Le tableau 3 montre l'étroite corrélation qui peut être établie entre l'effectif de l'entreprise et l'existence ou non de manipulateurs automatiques.

Différentes indications, laissent cependant supposer que la période 1982-85 verrait se manifester une certaine percée des producteurs français.

Automobile	58 %
Transformation métaux	9 %
Mécanique	8 %
Industrie électrique	6 %
Industrie électronique	5 %
Céramique	5 %
Caoutchouc	4 %
Cycles, Moto cycles	2 %
Aérospatiale	1 %
Transformation métaux	1 %

Tableau 2. Pénétration de la Robotique en France suivant les secteurs (1980).

Global : 6 % sur 1 900 entreprises interrogées en janvier 1981	
Par taille : 10 à 49 salariés	4 %
50 à 99 salariés	8 %
100 à 199 salariés	12 %
200 à 499 salariés	21 %

Tableau 3. Proportion de P.M.I. françaises disposant de manipulateurs automatiques. Source : T. Lucotte et D. Leroux, «Les robots, stratégie industrielle», Ed. Hermès.

Une offre dispersée et dépendante

Du point de vue de l'offre, pour l'heure, les constructeurs français sont confrontés à une très difficile situation. On estime qu'ils ne couvrent qu'entre un tiers et la moitié du marché, souvent à partir d'un pourcentage élevé d'importation de composants dont la prise en compte aggraverait encore l'état réel de dépendance où se trouve le secteur.

De plus, la machine outil (qui, en RFA ou en Italie, pour ne considérer que les concurrents européens de la France, constitue des points forts), est, en France, un secteur entièrement déficitaire et très désarticulé, et ce depuis des décennies.

Les récents plans Machines Outils ainsi que les mesures dégagées en faveur de la Robotique, secteurs définis comme faisant partie des priorités, devraient permettre une certaine décantation. Pour l'heure, la situation française se caractérise par une diversité et un éparpillement qui, si l'on tient compte de la dimension (très modeste du marché français), ne saurait constituer un point fort.

Le tableau 4, classe l'essentiel des entreprises françaises présentes sur le marché en 1982 par **type de Robot** et **type d'application**.

Si l'on met de côté RENAULT, qui tient une place à part (on pourra se référer à notre article «La Robotique et la Régie Renault» **Revue d'Economie Industrielle** n° 24, 1983), quelques remarques peuvent être formulées.

Il y a d'abord des entreprises qui ont à voir avec le secteur automatisé et qui, à des degrés divers, sont reliées à des grands groupes de l'électronique :

— Du côté de MATRA, on peut notamment citer :

• la SORMEL (Manipulateurs et Robots d'assemblages) qui effectue quelque 20 % de son chiffre à l'exportation.

• INTERELEC (chariots autoguidés) 84 % du chiffre à l'exportation.

• MATRA-DATAVISION (CFAO, importante activité d'exportation), JAZ-INDUSTRIES (centre d'usinages flexibles) et MANURHIN présent traditionnellement dans la machine outil et la commande numérique, mais en pleine restructuration.

— Du côté de la CGE-ALSTHOM :

• ACB-Nantes : Robots et ensembles complets de positionneurs liée par des accords avec le CEA (Commissariat Energie Atomique) pour des Robots 2e génération.

• CGMA : Robots et positionneurs (chiffre d'affaires prévu pour 1983 : 40 MF), participe à la conception des Ateliers flexibles.

• SCEMI : Robots pour le petit assemblage, expansion rapide prévue (50 Robots en 1983, 400 en 1984). La firme est investie dans le projet ARA (Automatisme et Robotique Avancées, programme national français).

— Du côté de la THOMSON :

• AUXILEC qui vient de reprendre l'entreprise Automatisme Européen, présent notamment dans le marché des composants électriques.

• SONETEX-TAI et TITN, conception et fournitures d'éléments pour Ateliers flexibles.

— Outre ces entreprises, il faut

	1982	1985
ACMA (Renault)	120	400
AFMA (Télémécanique et Leroy-Sommer	9	100
AKR (groupe AOIP)	28	350
SCEMI (groupe CGE)	4	300
SCIAKY	20	30
SORMEL (groupe Matra)	10	100

Les producteurs français en 1982 et les estimations 1985 (Robots 2e génération, programmables et «intelligents»).

TYPES DE ROBOT	NOM DES CONSTRUCTEURS	TYPES D'APPLICATION
Manipulateurs manuels et Télémanipulateurs	TECNIMATIC	— Aide à la manipulation courante.
	ACB	— Manipulateurs lourds, milieux nucléaire et sous-marin
	LA CALHENE	— Télémanipulation en milieux nucléaires et hostiles
	CSEE	— Forge, Fonderie, Abattoirs, Nucléaire.
Manipulateurs à Séquence Fixe ou Réglable	AFMA-ROBOTIQUE CLIMAX INADEX INDUSTRIA NEWMAT	CHARGEMENT DE MACHINES EN GENERAL
		CHARGEMENT DE MACHINES SPECIALISEES :
	BILLAUD	— Presses d'emboutissage
	DUBUS	— Machines à bois
	CERCI	— Grosses machines
	ARDEX	— Tours à décolleter
	BERTIN	— Presses à couler les métaux
	INDUSTRIA	— Machines d'assemblage
	RNUR-DODM	— Presses à couler les métaux
	MEPAL	— Palettisation
	SEPRO	— Presses à injection plastique
	SORMEL	— Machines d'assemblage
	TECNIMATIC	— Machines d'assemblage
Robots à Commande Numérique	ACMA-CRIBIER AUTOMATISME EUROPEEN LANGUEPIN S.A.F. SCIAKY	SOUDURE
	NAUDET SCEMI SORMEL	ASSEMBLAGE
	ACMA-CRIBIER AUTOMATISME EUROPEEN BERTIN G2M - LE PETIT PHAREMME	MANUTENTION DECOUPE, ETC.
	INDUSTRIA	ENSEIGNEMENT
Robots à Apprentissage	ACMA-CRIBIER AOIP-KREMLIN AUTOMATISME EUROPEEN G2M - LE PETIT	PEINTURE et TOUTES PROJECTIONS

Tableau 4. Source : Annuaire de la Robotique. Hermes Publishing 1982.

aussi compter les entreprises de taille moyenne qui, récentes ou plus anciennes ont manifesté depuis quelques années un certain dynamisme. Il s'agit notamment de :

- SCIAKY : un groupe traditionnel de l'assemblage (notamment les soudeuses multipoints) qui est entré dans la Robotique avec un ensemble modulaire ROBOTFLEX.
- AOIP (26 MF de chiffre d'affaires en 1982 dont 60 % à l'exportation) dont les Robots de peinture constituent le point fort. La firme vient de signer un accord pour équiper une partie des installations HONDA aux USA.
- AFMA-ROBOT constitué par deux actionnaires (Leroy-Sommer 50 %, Télémécanique 50 %) qui semble s'orienter vers les Robots Portique et les Robots de manutention-chargement-déchargement.

L'une de ses réalisations : un système de chargement «à la volée» - c'est-à-dire sans interruption du flux - des tours automatiques, a été très remarquée.

D'autres encore seraient à citer : SEPRO (n° 1 français et n° 2 européen du transfert à barre pour l'automatisation de presse...), INDUSTRIA qui équipe notamment l'électronique...

Cette liste, non exhaustive, montre nettement la diversité des voies dans lesquelles sont engagés les constructeurs.

Pour le dire en un mot le point faible de l'offre française des Robots est constituée par la quasi absence des producteurs français sur le marché - très compétitif - des petits Robots simples et robustes dont le besoin est croissant dans l'industrie. Sur des matériels plus complexes, mais plus coûteux, les potentialités sont réelles.

L'idée qui anime le récent rapport de la mission ROBOTIQUE, de favoriser des regroupements ou des associations autour de quelques grands pôles paraît fort raisonnable. Elle risque fort, néanmoins, dans la pratique de se heurter à de sérieuses difficultés, ce qui retarderait l'éclosion possible de cette industrie.

Benjamin Coriat (Université Paris VIII, 2 place Jussieu 75005 Paris.

PERSPECTIVE

LE PROJET R.A.M.

Si l'on se souvient un jour du sommet de Versailles de juin 1982, ce sera peut-être uniquement parce qu'il aura permis très directement, et à travers le groupe «Technologie, Croissance, Emploi», l'avènement industriel des «Robots Autonomes Multiservices» (RAM), des robots qu'il faut s'attendre dans un avenir proche — 5 à 10 ans — à trouver aussi bien au coin d'un bois qu'au détour d'un couloir de métro.

Ce projet international, piloté par la France et le Japon, regroupe plusieurs participants : Grande-Bretagne, Canada, Italie, R.F.A. et U.S.A. Il est intéressant de noter que ce fut à l'initiative française proposant une stratégie orientée «produits et applications», une stratégie à volonté industrielle donc, que se rallièrent les participants plutôt que de choisir l'option «recherche». Cette coopération internationale garantit ainsi à la France de se maintenir «dans le peloton de tête de l'avancée technologique» et de pouvoir espérer accéder à des marchés à l'échelle mondiale.

Car R.A.M., si l'on ne s'en était pas encore douté, recouvre toute une activité robotique de service, phénoménale et déterminante, économiquement parlant, pour les décennies à venir. Une organisation en «train» a été retenue, en France, pour lancer les sous-programmes R.A.M. Il s'agit, en fait, de faire prendre en charge par une grande entreprise (la «locomotive») la maîtrise d'œuvre d'un sous-programme : les «wagons» seraient, en l'espèce, d'autres industriels ou des centres de recherche. Sept domaines d'application ont, d'ores et déjà, été déterminés et attribués :

— Océans par Comex : cette société s'engage à concevoir des véhicules sous-marins autonomes et des outils robotisés d'assistance opérant en eaux profondes (jusqu'à 600 m). Le rôle de ces véhicules est, essentiellement, d'assurer automatiquement du transport d'outils vers une zone de travail et d'assurer, éventuellement, des tâches d'inspection.

— Centrales nucléaires par le Cea : ce projet devrait conduire à la réalisation d'engins autonomes d'inspection en site nucléaire et d'ensembles mobiles porteurs de bras capables d'effectuer du soudage, du montage, du démantèlement d'installations.

— Mines par Cherchar : réalisation de matériels effectuant automatiquement des opérations d'abattage, de transport et de soutènement.

— Agriculture par Cotraitance Aquitaine : mise en œuvre de robots agricoles et plus particulièrement de robots forestiers (débroussaillage,dépressage, élagage, récolte de résine).

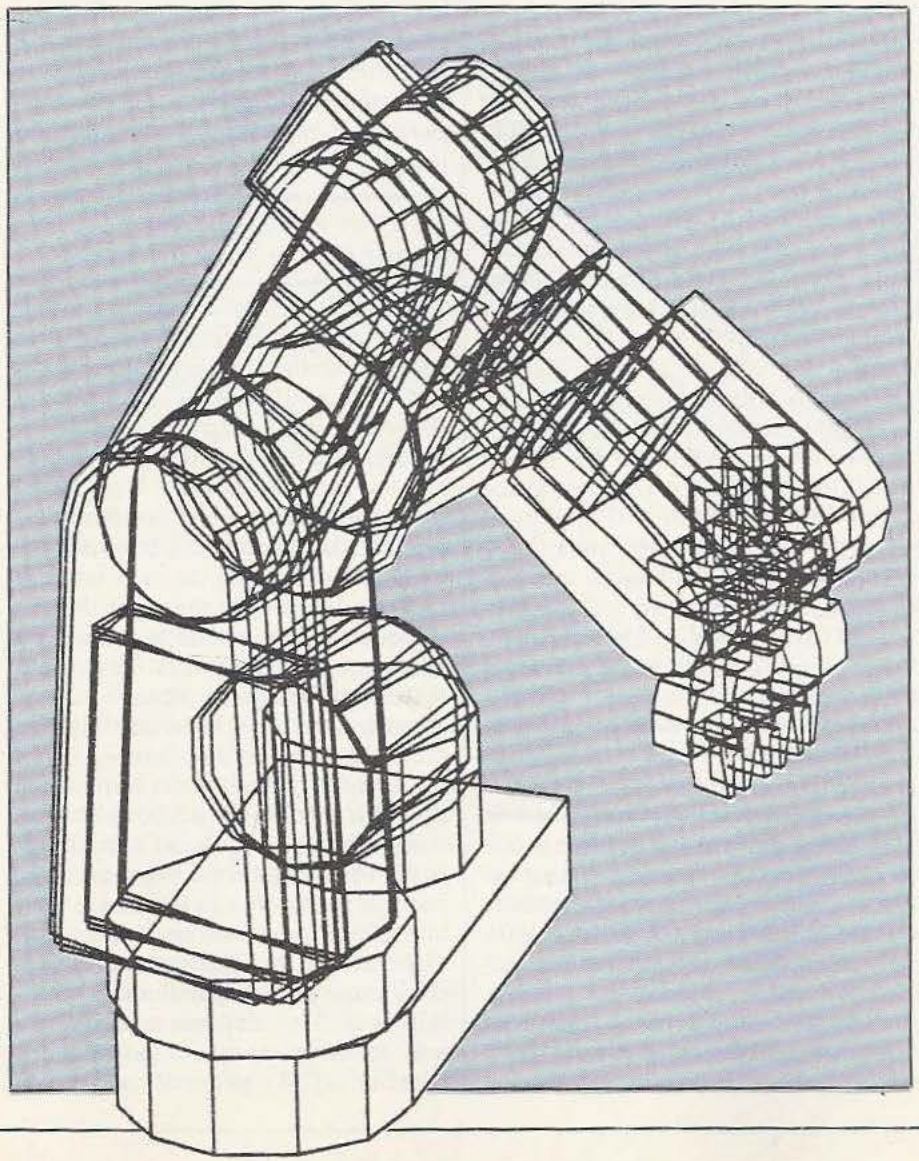
— Maintenance industrielle par I2L : le projet RAMA vise à offrir une aide mobile aux intervenants d'un atelier de mécanique (stockage, déstockage, graissage, tri, nettoyage de l'atelier, etc.).

— Nettoyage industriel par Midirobots : dans un premier temps, il s'agit de développer un robot de nettoyage de véhicules de transport en commun. Des adaptations mineures pourraient en généraliser l'emploi à bien d'autres entreprises.

— Services domestiques par Renault Automation : le «domestique» est, ici, visé. La base mobile, capable de naviguer automatiquement dans un appartement, pourrait recevoir différents modules : bras manipulateurs, panoplies de transport (pour plateaux repas, par exemple...), dispositifs de surveillance, organes de services (aspirateur, lave-vitre, etc.).

Ce dernier sous-programme R.A.M. implique une production de masse et l'on prévoit déjà que le robot domestique «constituera la principale dépense des ménages» à moyen terme. Le dire c'est bien, les faire c'est mieux! Et ainsi, à Renault revient la lourde charge de ne pas nous décevoir... ■

LM LE LANGAGE DE LA RAISON



Langage de haut niveau pour la commande de robots, LM, conçu à Grenoble et commercialisé par la société ITMI, remporte un succès remarquable aux plans national et international. Les auteurs de ce langage étaient les mieux placés pour le décrire et en inventorier les possibilités.

L'orientation de la robotique industrielle vers l'automatisation de tâches de plus en plus complexes s'accompagne d'un besoin en outils de programmation évolués. La méthode classique de programmation dite «par apprentissage» ou «par l'exemple» présente de nombreuses limitations : impossibilité d'utiliser des capteurs, pas d'instructions conditionnelles et itératives, difficulté d'éditer les «programmes», impossibilité de coordonner plusieurs robots. C'est pourquoi, dans le domaine de la manipulation complexe, et plus particulièrement celui du montage,

la programmation dite «textuelle» s'est fortement développée depuis quelques années. Ce mode de programmation repose sur l'utilisation de langages semblables à ceux utilisés par la programmation classique des ordinateurs mais possédant des instructions symboliques appropriées à la commande de robots.
Au cours de ces dernières années, un nombre important de langages ont été étudiés, notamment WAVE, AL, VAL, PAL, MAL, ML, EMILY, LAMA-S, SIGLA, LM, RAIL, ROBEX, LPR, ROL, AML.
Les précurseurs dans ce domaine ont été les universités et centres de recherche des Etats-Unis ; les européens ont apporté une contribution importante alors que les japonais en sont jusqu'à maintenant à peu près absents, se concentrant sur la programmation par apprentissage.
Beaucoup de ces langages n'ont pas dépassé le cadre de la recherche : quelques élus seulement ont atteint un niveau industriel et sont disponibles sur le marché soit en association avec des mécaniques, soit sur une électronique spécifique.
Le langage LM est une exception. En effet, c'est jusqu'alors le seul système de programmation de robots qui soit proposé sur le marché comme une fourniture logicielle complète. Des interfaces normalisées permettent de le connecter à tout type de robot et de capteur. Dès cette connexion établie, le robot bénéficie pleinement de toutes les possibilités apportées par LM et l'on fait ainsi l'économie du travail (long et coûteux !) qu'est l'écriture d'un logiciel de commande de robot et de ses capteurs.
LM est déjà disponible sur la plupart des calculateurs actuellement utilisés dans ce domaine (DEC, INTEL, HEWLETT-PACKARD, MOTOROLA, pour citer les plus importants). Nous vous proposons dans cet article de faire plus ample connaissance avec le langage et le système LM.

Le langage LM : historique

Les premières spécifications de LM (Langage de Manipulation) ont été établies par l'équipe «Intelligence Artificielle et Robotique» du professeur J.C. Latombe au laboratoire LIFIA-IMAG (Institut National Polytechnique de Grenoble) dans le cadre d'un contrat avec la société CERCI en 1979 et 1980.
Un premier prototype a été expérimenté dans ce laboratoire en 1980 sur un manipulateur à quatre degrés de liberté muni d'un capteur de force et d'un système de vision.
La première implantation industrielle a vu le jour en 1982 grâce aux efforts conjoints du laboratoire LIFIA-IMAG et de la société SCEMI sur le robot d'assemblage à six degrés de liberté de cette société. En parallèle, LM ayant été choisi comme langage de programmation de robots dans le cadre du projet national de robotique ARA (Automatisation et Robotique Avancées), plusieurs implantations ont été effectuées dans des laboratoires de recherche : LAAS et CERT-ONERA à Toulouse, INRIA à Rocquencourt.
Aujourd'hui LM est commercialisé par plusieurs constructeurs de robots et / ou d'armoires de commande (ITMI, SCEMI, MATRA-ROBOTRONICS, GdA en Allemagne...). La société ITMI a pris en charge l'avenir du langage et assure la commercialisation, la maintenance, la mise à jour et les évolutions des différentes versions grâce à des accords signés, d'une part, avec l'INPG et, d'autre part, avec les constructeurs. Toutes ces sociétés œuvrent pour agrandir le cercle des utilisateurs de LM et faire du langage un véritable standard au niveau mondial.

Principales caractéristiques de LM

Les idées maîtresses qui ont guidé la définition du langage et son industrialisation sont les suivantes :
— modéliser l'espace de travail indépendamment de la structure mécanique des manipulateurs,
— adopter une syntaxe claire et compréhensible en offrant les primitives nécessaires à la gestion «temps réel» des mouvements et opérations des robots et de leur périphérie ;
— permettre une utilisation aisée de tout type de capteurs et donner des possibilités simples de communication avec d'autres systèmes ;
— créer des outils de développement adaptés pour faciliter la mise au point d'applications : simulateurs, bibliothèque de procédures, interpréteur interactif, boîtiers de programmation et d'apprentissage ;
— normaliser les interfaces d'implantation du système par un effort de modularité fonctionnelle et ainsi assurer sa portabilité sur de nouveaux calculateurs et manipulateurs.
Nous développons ci-dessous l'essentiel de ces différents points en insistant plus particulièrement sur les notions de base. Le lecteur pourra se reporter au manuel de référence LM, en cours d'édition aux éditions Cépadues (Toulouse), pour une présentation détaillée du langage. *Service lecteur : cerclez 45.*

La modélisation de l'espace de travail

Les manipulateurs peuvent avoir des structures mécaniques très diverses : structure cartésienne (p.e. le CADRATIC), structure bras anthropomorphique (p.e. le SCEMI 6 ddl), structures mixtes (p.e. les robots type SCARA). Une tâche d'assemblage ou de soudure est réalisée dans l'espace à trois dimensions. Pour que sa description soit indépendante de la mécanique utilisée et qu'elle permette le traitement de données de capteurs, la modélisation utilisée par LM est l'espace cartésien, espace bien appréhendé par l'homme.
L'opérateur décrit donc la position des objets, et celle de l'outil terminal du manipulateur, à l'aide de repères (description ou apprentissage par l'exemple de ces repères). Chacun d'eux peut servir, au gré de l'opérateur, de référentiel pour décrire une certaine partie de la manipulation. Les déplacements d'objets se définissent à l'aide de ces repères, LM prenant alors en

charge les calculs nécessaires aux changements de repères et à la mise à jour de la position des objets déplacés durant l'exécution de la tâche par le robot.
Modéliser la position d'un objet dans l'espace tridimensionnel présente une certaine difficulté. En effet on ne connaît pas de représentation intuitive définissant de façon explicite la position d'un solide dans l'espace. La représentation choisie pour LM est issue de celle utilisée en mécanique classique : un solide est formé d'un ensemble de points matériels. On connaît la position de ce solide si l'on connaît la position de tous ses points. Un repère attaché au solide permet de retrouver tous les points matériels, il suffit donc de connaître la position de ce repère fixe pour en déduire la position du solide.
La position d'un objet dans un référentiel est représentée par la position de ce repère (figure 1). Elle

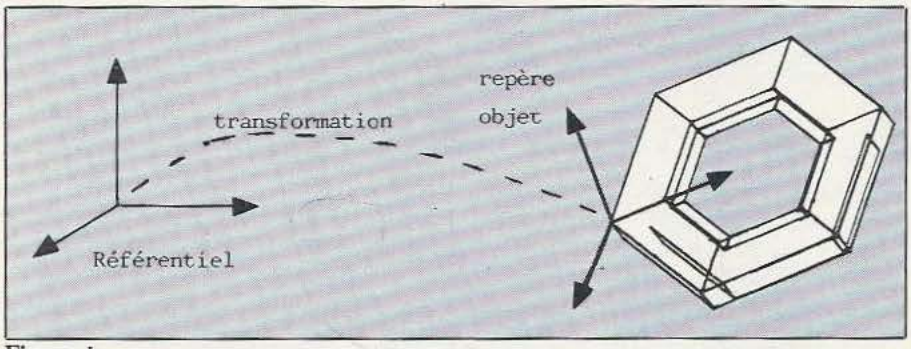


Figure 1.

s'exprime par la transformation qui amène le référentiel sur le repère lié à l'objet. Il est prouvé mathématiquement que cette transformation peut toujours être décomposée en une translation pure amenant le centre du référentiel sur le centre du repère lié à l'objet et une rotation pure faisant coïncider les axes.
Cela conduit à définir en LM des variables de type REPERE pour modéliser la position des objets, et des variables de type TRANSFORMATION permettant de définir les positions de ces repères. A ces deux nouveaux types de variables, il faut ajouter le type VECTEUR qui permet de définir simplement des transformations. Les fonctions standard TRANSLAT (V, X) ou ROT (V, X) définissent respectivement une translation ou une rotation d'axe V et d'amplitude X. Un repère particulier, appelé STATION, sert de référentiel commun, à l'utilisateur et à LM. La position de STATION est éventuellement modifiable (dans le cas où l'on dispose d'un septième axe).
La position absolue des repères attachés aux objets est définie par rapport à ce référentiel. Par exemple la position du cube (repère attaché au cube de la figure 2) est donnée par :
CUBE 1 : = STATION ☆ ROT (VZ, PI/4.) ☆ TRANSLAT (VX, 100.0) ;
Plusieurs repères peuvent être attachés à un même objet, ce qui permet de décrire cet objet avec toutes les positions caractéristiques qui lui sont associées. On peut par exemple lier un repère de prise PRISE CUBE au repère CUBE (cf. figure 3).
Il n'est pas toujours nécessaire de définir la position absolue d'un repère en déterminant la transformation qui fait coïncider STATION avec ce repère : la position peut être déterminée relativement à un autre repère. Par exemple, la position de prise du cube est aussi donnée par :
PRISE CUBE : = CUBE ☆ TRANSLAT (VX, -50) ☆ TRANSLAT (VY, 50) ;
De nombreuses fonctions prédéfinies existent pour tous les types de données manipulées par LM : fonctions de conversion, fonctions trigonométriques, calculs de distances, d'angles, extraction du vecteur de rotation, etc... Ces fonctions permettent de programmer aisément, par exemple, un cali-

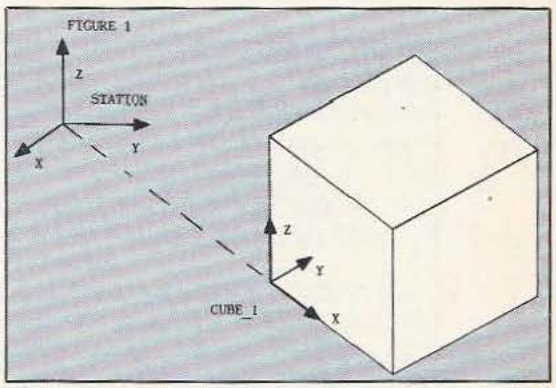


Figure 2.

brage d'un système de vision, un recentrage avec capteur de force, ou des fonctions spécifiques pour un boîtier de commande.
Toutefois cette manipulation de repères, et même leur existence, peut être totalement masquée à l'opérateur qui doit réaliser une application : l'instruction MANUEL permet en effet de mémoriser des points appris par apprentissage à l'aide d'un palonnier ou d'un boîtier. Un exemple simple d'utilitaire LM réalisant cet apprentissage est donné ci-joint : le programme ACQUISITION, ainsi que le programme RESTIT qui réalise l'exécution du cycle appris et mémorisé sur fichier (position, orientation du robot, état de la pince et numéro du point).
Grâce à cette modélisation cartésienne, les positions clés nécessaires peuvent être mémorisées relativement à la zone de travail, qu'elles aient été acquises par apprentissage ou par une méthode descriptive. Il suffit alors de modifier la valeur du repère de base de cette zone de travail pour réexécuter la tâche si l'on change la disposition du poste, et ceci sans toucher au programme déjà écrit.

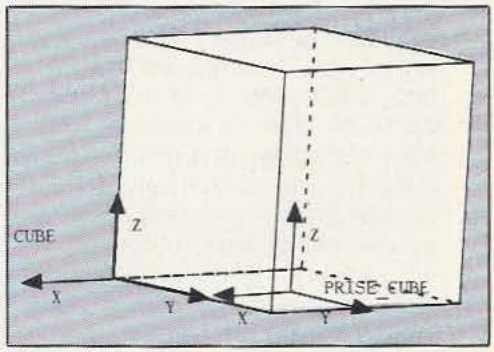


Figure 3.

```
PROGRAMME ACQUISITION;

CO Ce programme permet de memoriser dans un fichier
  des points et ecartements de pince donnes par
  apprentissage;

CO Declarations;

  FICHIER SORTIE MEMO;
  REPERE REP,POSINI;
  CONSTANTE REEL EPSILON = 0.0001;
  REEL ECARTCOUR, ECARTINIT; ENTIER I; BOOLEEN FINI;

CO Debut des instructions;

  DEBUT
  SAUTLIGNE;SAUTLIGNE;
  ECRIRE "   Programme d'acquisition de points d'apprentissage:
   les points et ecartements de la pince sont
   memorises dans le fichier MEMO";
  SAUTLIGNE;
  ECRIRE"    Le programme de restitution correspondant
   est soit RESTIT, soit RESFIC suivant le mode desire";
  SAUTLIGNE; SAUTLIGNE;
  ECRIRE" Numero de code du robot"; LIRE I;
  ECRIRE I DANS MEMO;

CO Initialisations;

  FINI:=FAUX;
  POSINI:=ROBOT;
  ECARTINIT:=ECART;
  REP:=ROBOT;
  ECARTCOUR:=ECART;
  I:=1;

CO Debut de la boucle d'acquisition;

  TANTQUE NON FINI FAIRE
     MANUEL; CO Controle au boitier de commande;
     FINI:= DISTANCE(REP,ROBOT) < EPSILON
     ET ANGLE(REP,ROBOT) < EPSILON
     ET ABS(ECART-ECARTCOUR) < EPSILON;
     SI I=1 ALORS FINI:=FAUX; FINSI;
     REP:=ROBOT;
     ECARTCOUR:=ECART;
     ECRIRE I DANS MEMO;
     ECRIRE REP,ECARTCOUR DANS MEMO;
     I:=I+1;
  FINFAIRE;

CO Fin de la boucle d'acquisition;

  ECRIRE 0 DANS MEMO; CO valeur sentinelle de fin de fichier;
  SAUTLIGNE;
  ECRIRE " Fin de l'acquisition "; SAUTLIGNE;
  ECRIRE "Retour en position initiale ?(1 pour OUI):"; LIRE I;
  SI I=1 ALORS
     DEPLACER ROBOT A POSINI SANS ATTENTE;
     ECARTER PINCE A ECARTINIT;
  FINSI;
  FIN;
```

```
PROGRAMME RESTIT;

CO Programme de restitution des points et ecartements memorises
  grace au programme ACQUISITION. Cette restitution se fait en
  lisant sequentiellement le fichier MEMO. Le nombre de points
  n'est donc pas limite;

CO Declarations;

  FICHIER ENTREE MEMO;
  ENTIER I,J,NB;
  ENTIER CODE_ROBOT;
  REEL ECARTINIT, ECARTCOUR;
  REPERE POSINI, REP;
  DEBUT

CO Initialisations;

  POSINI:=ROBOT; SAUTLIGNE;
  ECRIRE "Nombre de boucles?( negatif pour infini)";LIRE NB;
  ECRIRE " Numero de code du robot?:"; LIRE CODE_ROBOT;
  LIRE I DANS MEMO;
  SI I<>CODE_ROBOT ALORS
     ECRIRE "    Desole, mais le fichier a ma disposition
       ne concerne pas ce robot";
     ALLERA SORT;
  FINSI;
  J:=ABS(NB);

CO Debut de la boucle de restitution;

  TANTQUE J<>0 FAIRE
     LIRE I DANS MEMO;
     TANTQUE I<>0 FAIRE
        LIRE REP,ECARTCOUR DANS MEMO;
        DEPLACER ROBOT A REP SANS ATTENTE;
        ECARTER PINCE A ECARTCOUR;
        ATTENTE ROBOT;
        LIRE I DANS MEMO;
     FINFAIRE;
     SI NB<0 ALORS J:=J-1; FINSI;
     CO  S'il  y a plusieurs boucles, on remonte au debut du fichier;
     RAZ FICHIER MEMO;
  FINFAIRE;

CO Fin de la boucle de restitution;

SORT:   SAUTLIGNE;
  ECRIRE "Retour en position initiale? (1 si OUI):"; LIRE I;
  SI I=1 ALORS
     DEPLACER ROBOT A POSINI;
     ECARTER PINCE A ECARTINIT;
  FINSI;
  SAUTLIGNE;
  ECRIRE " Merci de votre attention";
  SAUTLIGNE;
  FIN;
```

Deux exemples d'utilitaires LM, le programme «Acquisition» et le programme «Restit».

La syntaxe du langage

LM a une structure syntaxique proche de celle des langages informatiques PASCAL, ALGOL ou PL1. Cela permet la mise en œuvre de structures de contrôle élaborées (instructions SI ALORS SINON, TANT QUE, ITERER POUR, CAS, ...). Le programmeur peut, comme dans tous les langages de haut niveau algorithmiques, utiliser des procédures et fonctions paramétrées, des tableaux, des fichiers, des voies d'entrée-sortie...

En ce qui concerne les opérations plus spécifiques de la robotique, le choix est clair : il existe en LM un ensemble restreint d'instructions de base. Ces instructions, par les nombreuses options qu'elles offrent, permettent de couvrir la description de toutes les tâches actuellement requises des robots. Le programmeur trouve ainsi, au fur et à mesure de ses besoins, les clauses les plus adaptées à la tâche à réaliser, tout en conservant la même construction de programme.

Par exemple, l'instruction de déplacement a la forme générale suivante :

< instruction-déplacer > : : =
DEPLACER
[IMMEDIAT]
[< repère-déplaçable >]
< spécification-mouvement >
[< condition-arrêt >]
[SANS ATTENTE]

(dans ce formalisme de description, les termes en majuscules sont des mots réservés du langage, et les termes entre crochets sont optionnels. Les autres termes, entre les symboles < et >, sont des règles de la grammaire du langage).

La forme la plus simple de cette instruction sera par exemple DEPLACER A PRISE-CUBE, qui commande un déplacement synchronisé des axes du robot 1 à la position PRISE-CUBE.

Des formes plus complexes pourront être :

DEPLACER IMMEDIAT ROBOT (2) A PRISE-CUBE JUSQUA FZ > SEUIL-MIN SANS ATTENTE, qui commande un déplacement immédiat (sans arrêt du manipulateur si celui-ci est déjà en mouvement) du robot 2 à la position PRISE-CUBE avec arrêt anticipé si la force suivant l'axe Z dépasse le seuil donné par la valeur SEUIL-MIN. L'éxécution des instructions qui suivent se poursuivra sans attendre la fin du déplacement lancé (option SANS ATTENTE).

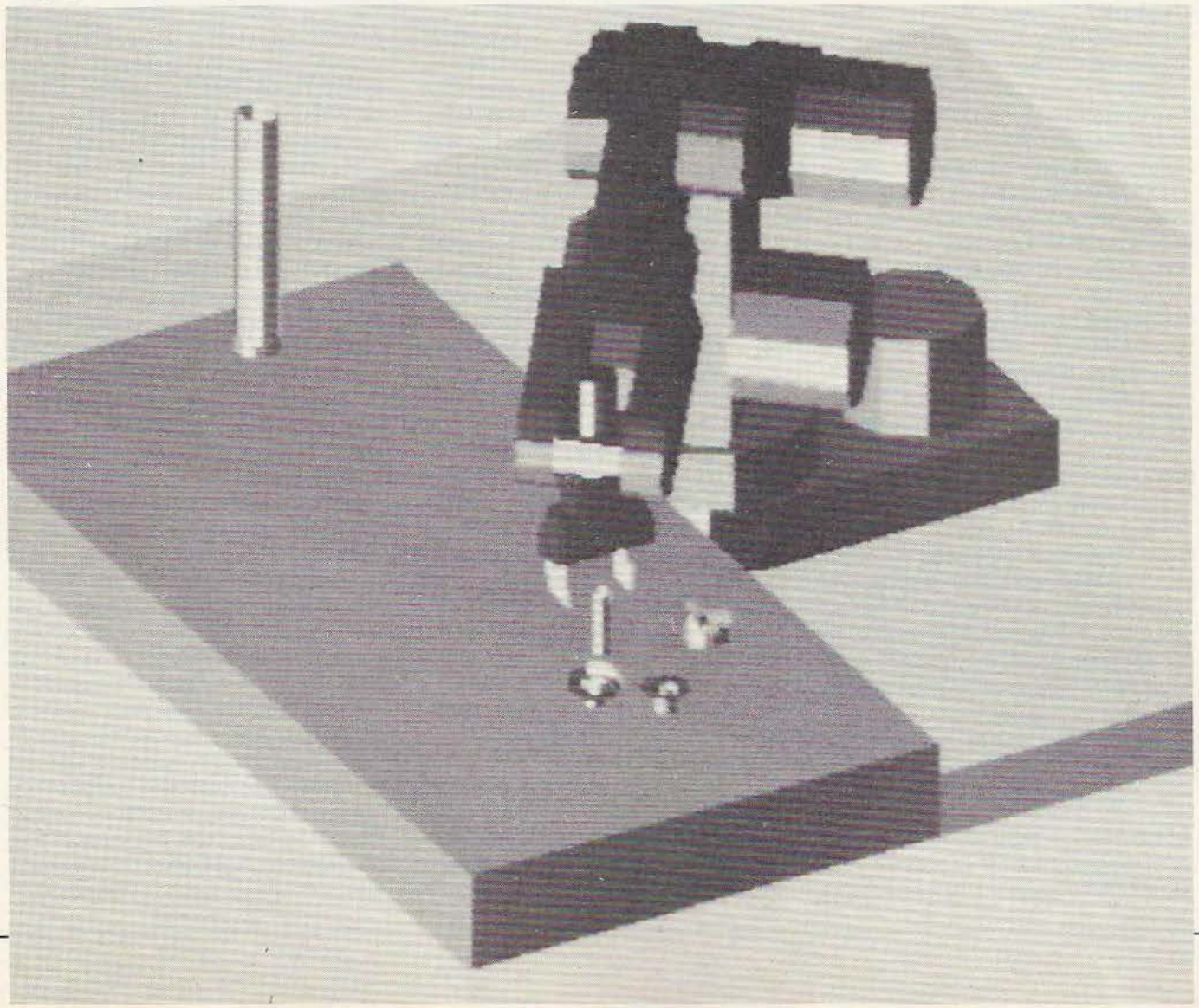
DEPLACER GOUJON VIA DEGAGEMENT CARTESIEN AVEC VITESSE = 0.5, APPROCHE-DEPOSE A DEPOSE CARTESIEN AVEC VITESSE = 0.4 ; qui commande un déplacement du repère GOUJON suivant trois segments raccordés : le premier, en ligne droite, pour passer au voisinage de la position DEGAGEMENT, le second, en mode synchronisé pour passer au voisinage

de la position APPROCHE-DEPOSE, et le dernier, en ligne droite pour aller à la position DEPOSE. La vitesse est ici différente suivant les segments.
DEPLACER COLLEUSE SUIVANT CARTER, qui commande un déplacement du repère COLLEUSE suivant la trajectoire cartésienne contenue dans le fichier CARTER.
Les différents types de mouvements exprimables par l'instruction LM «DEPLACER» sont les suivantes :
— des déplacements synchronisés à grande vitesse du robot (trajectoire «linéaire» sur chaque axe) ;
— des déplacements suivant un ou plusieurs axes de manipulateur ;
— des déplacements échantillonnés (en temps réel) dans l'espace cartésien : trajectoire en ligne droite, trajectoire circulaire, avec rotation régulière autour d'un axe ou rotation tangente à l'arc de cercle, etc...
— des déplacements suivant une trajectoire cartésienne prédéfinie (par exemple : dépôt de colle à vitesse constante sur un profil) ;
— des déplacements soumis à des conditions d'arrêt (dépassement d'un seuil de force, par exemple) ;
— des déplacements asservis à des données de capteurs (par exemple : suivi de joint de soudure).

L'utilisation des capteurs et la communication avec l'extérieur

L'adjonction de capteurs est indispensable pour l'exécution correcte de tâches requérant une grande précision (montages d'assemblages notamment). Cela augmente aussi la fiabilité des programmes vis-à-vis des aléas (dispersions de fabrication et de positionnement des pièces à assembler), et d'un fonctionnement anormal.
LM est conçu pour permettre une utilisation simple des capteurs. Le programmeur dispose directement de l'information pertinente, donnée par le capteur, le traitement de l'information brute ayant été fait automatiquement par LM ou par un système associé (capteur de vision). Par exemple, la force exercée est disponible en Newton, indépendamment de la nature du capteur et des signaux qu'il délivre.
Il existe en LM de nombreuses fonctions capteurs prédéfinies, ré-

Image produite par le système ISR (Coll. Lifia/ITMI) sur le terminal de synthèse d'image Helios (Labo. Artemis-Imag).



servées à l'utilisation de capteurs : FX, FY, FZ, MX, MY, MZ, FORCE, PRESSION, VISION... Il existe également des variables d'état banalisées susceptibles d'être utilisées pour d'autre types de capteurs : SIGN-ENT, SIGN-BOO, SIGN-REE, SIGN-VEC, SIGN-TRS.
Ces variables d'état peuvent être appelées directement à l'intérieur d'expressions, de tests logiques, de la même façon que n'importe quelle autre fonction.
Une utilisation simple d'un capteur de force peut être de déterminer la hauteur d'un objet, c'est l'exemple donné par la fonction HAUTEUR donnée ci-dessous. Dans cet exemple, seule la composante en Z de la force est utilisée. Sa valeur est connue au niveau du programme par la fonction capteur «FZ».

```
REEL FONCTION HAUTEUR
(REPERE BAS-OBJET, REEL
APPROCHE, SEUIL)
REPERE POSINIT ;
DEBUT
POSINIT : = ROBOTS;
DEPLACER A BAS-OBJET ☆
TRANSLAT (VZ, APPROCHE) ;
DEPLACER A BAS-OBJET JUS-
QUA FZ > SEUIL ;
DEPLACER VIA BAS-OBJET ☆
TRANSLAT (VZ, APPROCHE) A
POSINIT ;
RETOUR DISTANCE (ROBOT,
BAS-OBJET); FIN;
```

Exemples d'appel :

```
ECRIRE «HAUTEUR DU CAR-
TER :», HAUTEUR (CARTER,
300, 10) ;
SI HAUTEUR (CAPOT, 300, 10) <
5 alors écrire «LE CAPOT N'EST
PAS A SA PLACE» ;...
```

La communication avec l'extérieur peut se faire de façon similaire en utilisant les variables d'état banalisées, qui permettent de retourner un résultat, ou par des ordres de lecture/écriture sur des voies d'entrée-sortie.
Par exemple :

```
ECRIRE 1 SUR VOIE 4, 6, 7;
```

enverra le signal 1 sur les voies externes 4, 6 et 7.

```
LIRE PRESENCE SUR VOIE 127,
```

permettra d'obtenir la valeur de la voie 127, ce qui peut également être programmé de la façon suivante, en supposant que PRESENCE est une variable booléenne :

```
PRESENCE : = SIGN-BOO
(127) ;
```

L'intégration des capteurs et des voies d'entrée-sortie se fait grâce à l'interface «ESVOIE» décrite plus loin.

Les outils de développement «PERI-LM»

LM est utilisé depuis plusieurs années en milieu universitaire, ce qui a permis de mettre au point une bibliothèque de procédures générales et modulaires très souvent utilisées. L'industrialisation du langage a permis d'augmenter encore cette base de programmes, et de réaliser des développements importants, dont certains sont maintenant disponibles, à savoir :

- **un interpréteur interactif :** contrairement à la plupart des autres systèmes de programmation, LM permet deux modes d'exécution : l'un, interprété, pour la mise au point des programmes, l'autre, compilé, pour optimiser le temps d'exécution.

La programmation de robot nécessite à notre sens ces deux modes car n'offrir qu'un interpréteur interactif serait oublier que la robotique est avant tout une affaire de temps réel.

- **un simulateur d'exécution,** pour tester les programmes sans mettre en jeu le robot. Ce simulateur peut être installé sur un calculateur séparé, servant au développement «hors ligne» (par exemple, micro-ordinateur personnel).
- **un module interactif de création de trajectoires cartésiennes,** qui permet de définir des trajectoires complexes à l'aide de segments de droites, d'arcs de cercle et d'équations paramétriques. Ce module assure un suivi de trajectoire respectant une vitesse et une accélération cartésiennes données.

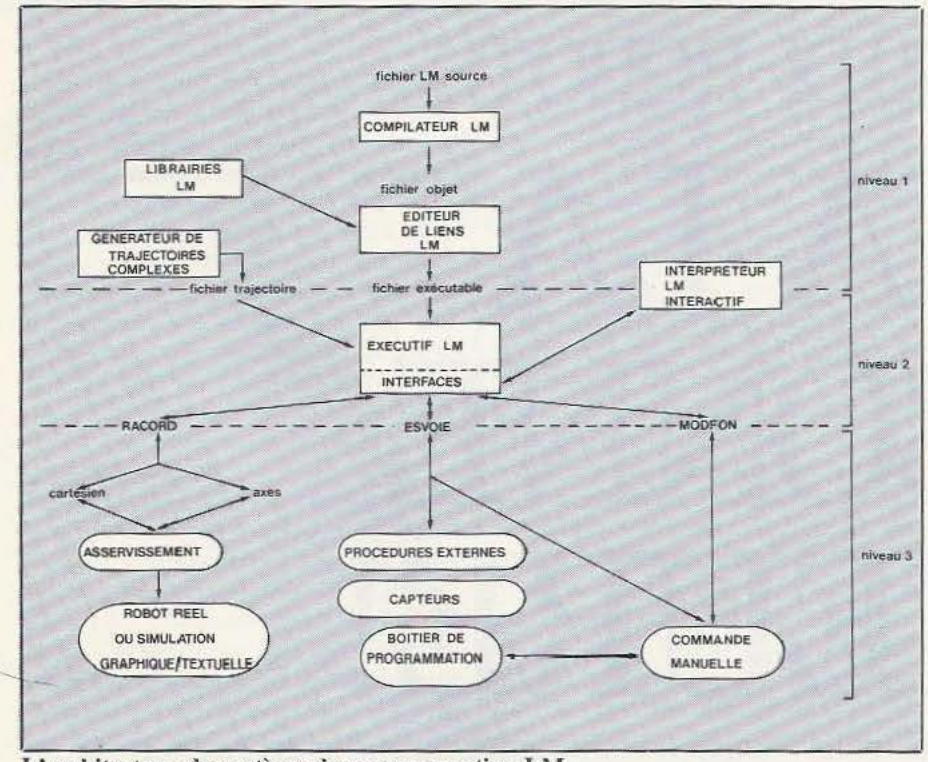
Ces trajectoires peuvent être exécutées directement sous le contrôle de LM, et ceci à partir d'une position initiale quelconque de l'espace atteignable. La même trajectoire peut, ainsi, être exécutée à partir de points de départ différents.

- **un programme de gestion de console d'apprentissage pur,** qui rend transparent l'utilisation d'un langage. La programmation peut se faire par codes ou touches de fonctions, avec possibilité d'appel de procédures cataloguées, etc... (ce programme est bien entendu écrit en LM).

De plus, ce module permet d'obtenir un programme en LM de la tâche ainsi réalisée par apprentissage.

- **un simulateur LM graphique animé :** ISR. Ce simulateur permet l'exécution d'un programme sur console de visualisation graphique avec modélisation du robot et de son environnement. Cette exécution peut être interactive, l'utilisateur peut modifier le point de vue, le grossissement, et même fixer le point de vue sur un repère déplaçable (par exemple, à l'extrémité du bras du robot).

Aucun autre système de programmation de robots actuel ne propose autant de possibilités ; de plus d'autres développements sont en cours sur LM, comme par exemple une extension avec des instructions spécifiques de vision, réalisée en commun par ITMI et MATRA-ROBOTRONICS (langage LMV), des ajouts de nouvelles primitives de synchronisation et de coordination (commandes gardées), de nouvelles générations de boîtiers de programmation, et la mise au point d'un «poste de travail robotisé» associant les facilités de la programmation graphique avec la programmation en LM (sur la base du simulateur graphique ISR).
En effet, il faut garder à l'esprit que la programmation d'un robot, même pour une tâche complexe, ne doit pas être l'apanage d'informaticiens ou de spécialistes. Tous ces modules et ces extensions tendent vers ce but, et l'on peut dire aujourd'hui, par expérience, que la formation sur un système LM ne nécessite que quelques jours, voire quelques heures, suivant la qualification initiale du personnel aux problèmes spécifiques de la robotique.



L'architecture du système de programmation LM.

Architecture et interfaces de LM

Le système de programmation LM peut être divisé schématiquement en 3 niveaux distincts correspondant aux différents niveaux d'interface (voir figure ci-dessus).

Le niveau 1 correspond à la phase de compilation et d'édition de liens des modules LM. Il inclut également l'interpréteur interactif qui envoie des ordres à l'exécutif avec le même format que le code généré par l'éditeur de liens, ainsi que le module de génération de trajectoires cartésiennes complexes qui met à la disposition de l'exécutif les données nécessaires à l'éxécution de ces trajectoires.

Le niveau 2 inclut l'exécutif et ses différentes interfaces : RACORD, ESVOIE et MODFON.

Le niveau 3 contient les différents modules connectables à l'exécutif LM, et les actionneurs et capteurs du robot et de son environnement.

L'interface niveau 1 - niveau 2 : le code transmis du niveau 1 au niveau 2 est un code numérique sur des mots de 16 bits (code à structure post-fixée).

L'interface niveau 2 - niveau 3 : l'exécutif LM a été conçu pour faire apparaître 3 niveaux d'interface avec l'environnement :

— l'interface MODFON : elle permet de choisir, à partir d'un boîtier de commande, les différents modes de fonctionnement désirés (ligne à ligne, pas à pas, cycle par cycle, automatique) ;

— l'interface ESVOIE : elle est utilisée pour communiquer avec l'environnement. Elle regroupe tous les appels aux capteurs, aux entrées-sorties sur voies, et à des procédures externes ;

— l'interface RACORD : toutes les informations nécessaires au contrôle des robots et des outils sont transmises par RACORD. Cette interface existe suivant deux options :

- l'option «niveau cartésien» qui communique des informations de nature cartésienne pour les instructions de déplacement.
- l'option «niveau axes» qui communique des informations directement utilisables par l'asservissement (position et vitesse de consigne sur chaque axe). Cette option est dépendante de la structure mécanique des robots puisqu'elle inclut les changeurs de coordonnées direct et inverse.

Conclusion

L'idée de départ du projet «LM» était de disposer d'un outil logiciel permettant de contrôler un robot muni de capteurs. Grâce à son évolution industrielle, ce langage se présente maintenant comme un véritable système de programmation de robots. L'utilisateur dispose d'un environnement de programmation lui permettant de mettre en œuvre rapidement des applications complexes, incluant des manipulateurs et de nombreux dispositifs externes. On peut citer par exemple le programme écrit par des étudiants de l'ENSIMAG (Ecole Nationale Supérieure d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble) réalisant le montage d'un amortisseur automobile et incluant un système de vision à niveau de gris, un système de vision tridimensionnelle avec laser, et un capteur de force. La complexité de ce type d'application dépasse largement les possibilités de la plupart des systèmes de programmation de robots existants, notamment ceux basés sur la programmation par l'exemple. En ajoutant à cela les liaisons effectuées avec des systèmes de CAO, la simulation graphique de programmes, la génération de trajectoires à partir de spécifications graphiques, LM prend place parmi les outils clés de la productique.

Enfin, le succès industriel de LM démontre, s'il en est besoin, les avantages d'un rapprochement réussi recherche-industrie comme cela a été le cas entre le laboratoire LIFIA-IMAG et la société ITMI.

E. Mazer (Attaché de recherche au CNRS, Laboratoire Lifia-Imag BP 68 — 38402 St Martin d'Heres Cedex) et J.F. Miribel (Responsable du département «programmation des robots», société ITMI, Chemin des Clos — 38240 Meylan Zirst).

P.S. : Les robots construits par Citroën Industrie utilisent LM.

Interview

MIDI-ROBOTS A LA BONNE HEURE!

Une société dont la seule vocation est de faire du transfert recherche-industrie, c'est rare. Le directeur de Midi-robots, Eric Daclin, nous presente ici les ambitions et les projets immédiats de cette dynamique société toulousaine, au montage financier très particulier. Etonnant!

— Pouvez-vous nous présenter votre société?

Tout d'abord, il faut préciser que le «père» de Midi-robots est G. Giralt (voir *M et R n° 7*). Sur le plan juridique, nous sommes une société anonyme, ce qui n'est pas très original, au capital de 7 millions de francs mais sur le plan de la vocation industrielle comme sur celui de la structure de financement, Midi-robots est pour l'instant unique en France (j'espère qu'il va s'en créer d'autres rapidement). Du point de vue du financement, sont associés dans le capital de Midi-robots trois participants qui d'habitude s'ignorent entre eux : des organismes de recherche (ONERA et CNRS qui, lorsque la société aura pris son essor, se retireront du capital), des organismes financiers (une filiale à capital-risque de la BNP qui s'appelle Finovectron, l'institut régional de développement industriel de Midi-Pyrénées et la Banque Courtois qui est une banque locale).

Ce qui est original également, c'est le créneau qui est pris : celui du développement et de l'industrialisation de produits innovants à partir des inventions des laboratoires. Il faut préciser que lorsqu'une invention est faite par un laboratoire, il faut, pour en arriver à un produit industriel, rajouter de la fiabilité, une notion de maintenabilité, une interface homme/machine qui le rende utilisable par un non-spécialiste mais aussi rendre ce produit compétitif et accessible d'un point de vue financier. Ces quatre opérations sont une condition *sine qua non* à l'existence effective d'un produit, avant toute phase de commercialisation.

Ce développement implique aussi de faire des choix importants : laisser tomber, par exemple, des pans entiers de l'invention, à cause du coût notamment car l'on pourrait multiplier le prix de revient par deux en augmentant les performances du produit de 5% seulement! La France et ses chercheurs ont une certaine tendance à aller trop loin

M. Eric Daclin : «L'armée américaine a dépensé l'an passé environ 50 millions de dollars pour les robots mobiles»

dans les recherches, à se faire plaisir au détriment du prix et de l'efficacité réelle de l'invention.

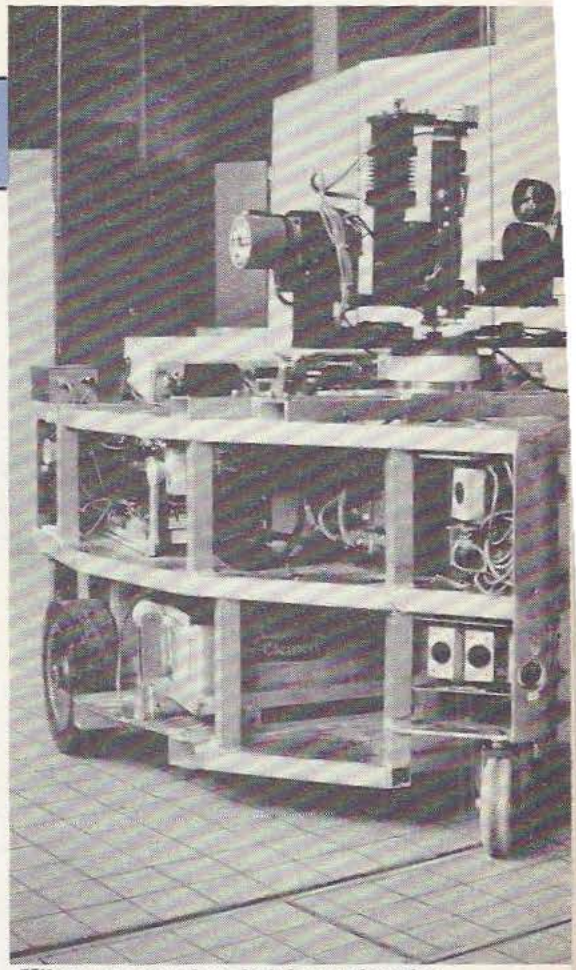
— Midi-robots est-elle la première société qui concrétise le transfert?

Non, c'est la première société dont la vocation est de concrétiser le transfert. Il y a un certain nombre de sociétés qui le font au coup par coup. Notre originalité est de plonger en plein au cœur de ce transfert de technologie. Ainsi, le recrutement du personnel a été fait en fonction de cela.

Le transfert de technologie est un problème de personnes et de vocabulaire : un industriel, lorsque vous lui présentez un produit, demandera : 1) Combien ça coûte? 2) A quoi ça sert? et 3) Comment ça marche? Tandis que le laboratoire posera les questions dans l'ordre inverse. Croyez-moi, il n'est pas facile de convaincre un industriel que le produit qu'il voit dans un laboratoire peut être industrialisé pour «pas cher» ni même de convaincre un laboratoire de se préoccuper de l'utilité immédiate de son invention. Cela signifie qu'il faut être parfaitement au courant de ce qui se fait dans les laboratoires et aussi de ce que recherchent les industriels. Mais si nous nous devons d'être à cheval sur ces deux univers, nous ne voulons pas réaliser la chaîne complète (conception, fabrication, commercialisation) d'industrialisation. Et, là, je comparerai des sociétés comme Automatix ou Unimation qui, malgré des capitaux importants, rencontrent des difficultés à vouloir tout assumer, avec Sinclair (qui possède en tout et pour tout 65 personnes) ou la société anglaise Project Assistance (qui fait uniquement de la conception de prototypes industriels — ce sont eux qui ont conçu le micro Dragon —). Fabriquer et vendre sous sa propre marque demande des investissements très lourds que nous ne pouvons pas faire. Midi-robots s'occupe de la partie conception, uniquement. Nous avons tout près d'ici des mines qui s'appellent l'Université Paul Sabatier, le complexe Aérospatiale, le L.A.A.S. du CNRS, l'ONERA ou encore l'Institut National de Polytechnique. Dans ces mines se trouvent un certain nombre de pépites d'or que nous essayons de valoriser sous forme de produits. Pour y parvenir, nous avons deux approches : la première idée est de rester collé aux problèmes industriels et d'essayer d'implanter des réalisations de productique dans le milieu industriel de Midi-Pyrénées. C'est un côté ingéniérie légère. Nous avons en cours, avec une société de V.P.C., la réalisation d'un système de dépalettisation intelligent capable de traiter des palettes de cassettes ou de cocottes-minute en les reconnaissant, en analysant la disposition des premières couches, etc. C'est pour nous un premier pied dans la réalité mais aussi un test important car cette région représente toute la gamme des besoins en la matière. Nous préparons aussi un produit de simulation dynamique d'atelier de production pour une société qui vend du profilé d'aluminium et qui a des problèmes d'organisation du process de production. Ce programme sera couplé avec un système expert. C'est un autre exemple de notre activité d'ingéniérie légère de produits innovants.

Deuxième aspect, on regarde ce qui se fait plus loin de nous et à partir d'idées ou de besoins qui nous sont soumis par des sociétés d'automatismes, on développe des produits génériques «Midi-robots» en tant que tels, dans les domaines de la perception du réflexe et de l'intelligence du robot.

La perception concerne la vision et le toucher : les produits que nous concevons seront intégrés dans les gammes d'un certain nombre de fabricants (Matra notamment). Les réflexes : comme la régulation était le réflexe de la colonne à distiller, un paquet d'algorithmes de commande constitue les réflexes du robot; nous les développons en ce moment. Enfin, l'Intelligence : un phénomène très important va éclater dans les années à venir : il s'agit



«Hilare est un robot de laboratoire plus connu à l'étranger qu'en France.»

de l'intégration des fonctions de raisonnement dans la robotique (au sens large), de la cellule flexible jusqu'au diagnostic des machines. Nous travaillons avec le L.S.I. (voir *M et R n° 7*) sur des développements, à la demande des industriels. Et puis, Midi-robots, sur ses fonds propres et de sa propre initiative, entend être le leader français en matière de robotique mobile de service. C'est-à-dire exploiter à fond le travail réalisé sur le robot Hilare, qui est d'ailleurs plus connu à l'étranger qu'en France.

Nous avons trois ou quatre grands projets : nous attaquons, en premier lieu, le secteur du nettoyage industriel par des robots et nous avons la charge de trouver réponse aux problèmes de nettoyage de la R.A.T.P. qui aura, à terme, besoin de 500 à 1000 robots (voir plus loin) pour nettoyer les bus, les rames et les locaux.

Dans un second domaine d'application, nous allons mettre un enfant d'Hilare dans un atelier de fabrication de circuits imprimés qui aura pour tâche de servir et desservir les postes de travail.

«Dans deux ans, nos grandes sociétes achèteront des brevets étrangers pour rattraper le temps perdu, alors qu'elles doivent travailler dès aujourd'hui sur la robotique domestique!

Ensuite, nous avons un troisième projet, en liaison avec AID à Grenoble (voir *M et R n° 6*) qui est la mise en place d'un système d'intelligence et de gestion de capteurs pour un robot de sécurité civile (un robot-démineur et pas un robot-gendarme !).
Enfin, nous étudions un robot de service de type gardiennage mobile qui se déplacera de façon aléatoire, qui saura prendre l'ascenseur, etc.
Voici donc les grands axes de notre activité : ce qui nous intéresse derrière tout cela c'est l'Intelligence Artificielle, nous l'abordons à travers des produits globaux car le marché n'est pas tout à fait mûr pour procéder autrement.

— Envisagez-vous une application du robot mobile ouverte au grand public, allant dans le sens d'une robotique domestique?

Pour être tout à fait franc avec vous, nous sommes en train de taper aux portes de sociétés dont on pense que la vocation serait de réaliser ou de commercialiser ce genre de produits. Nous ne sommes pas vraiment optimistes car nous voyons rejouer le «coup du magnétoscope», celui du Walkman, etc. Lorsque nous allons trouver des industriels, ils nous disent : «Ce sont des trucs pour les Américains ou les Japonais, ce n'est pas dans la mentalité française ». Ou alors «Oui, mais vous avez vu telle ou telle société américaine qui se casse la figure, le marché bouge...». Moi, je suis prêt à parier que dans deux ans, on verra nos grandes sociétés acheter des brevets étrangers pour rattraper le temps perdu. Alors que c'est aujourd'hui que celles-ci doivent commencer à travailler sur la robotique domestique.
Cela étant, même si le marché n'est pas mûr, il faut préparer quelque chose... les industriels français nous rient au nez. Nous allons avoir ce même genre de problème avec les produits de vision industrielle pour laquelle les japonais développent de petits produits spécialisés qui leur permettront de rentrer dans le marché européen !

— Midi-robots prend-elle sa source ailleurs qu'en région Midi-Pyrénées?

Nous n'avons pas d'exclusivite entre les laboratoires de Toulouse et la société et vice versa. Notre structure juridique établit une paroi semi-poreuse entre eux et nous, mais, chaque accord de coopération fait l'objet de transactions commerciales parfaitement identifiées.
Nous avons aussi des relations avec des laboratoires privés.

— Comment allez-vous fabriquer et commercialiser vos produits?

Nous nous arrêtons au stade du prototype industriel. Pour fabriquer et commercialiser, si nous prenons l'exemple du robot de nettoyage RATP, il n'est pas exclu qu'il y ait création d'une filiale commune entre Midi-robots et des industriels de la région, dont la spécificité serait de fabriquer et vendre ces robots. Midi-robots doit continuer à être cette espèce de bureau d'études et d'industrialisation car la spécialisation, dans un métier donné, apporte la vitalité et la force. Cela dit, il nous faudra récupérer tout ou partie de l'argent investi dans ces projets : ce sera fait par cette filiale de fabrication et pas par Midi-robots directement, ce n'est pas son rôle !

— Le fait que des organismes de recherche soient associés à Midi-robots et donc intéressés financièrement ne risque-t-il pas de détourner leurs vocations premières?

Attention, il est important de savoir que la loi du 18 janvier permet aux établissements d'intérêt public, et scientifiques, de créer des filiales et de faire des opérations commerciales. Ça veut dire que les universités françaises vont pouvoir fonctionner comme les universités américaines !
En second lieu, le CNRS et le CERT-ONERA se considèrent comme les démarreurs de la «voiture» Midi-robots. Ils revendront leurs parts (j'espère avec bénéfices) lorsque ça ira bien et cet argent permettra de recommencer une nouvelle expérience. L'opportunité d'un tel montage a été très longue à faire admettre aux contrôleurs financiers : ceci nous a permis de donner une crédibilité à la société vis-à-vis des industriels. Ainsi nous avons des sociétés et même certaines banques qui attendent déjà, argent bloqué, notre prochaine augmentation de capital...

— Parlez-nous du personnel de votre société...

Nous avons 10 salariés : ce sont tous des jeunes ingénieurs venant de toute la France mais ayant une «formation Midi-Pyrénées» et désirant rester dans cette région. Ils ont tous fait une école d'ingénieur plus une année de spécialisation ou bien un doctorat d'ingénieur ou encore un doctorat de 3e cycle.
D'ici le mois d'octobre, il y aura des agents techniques ayant 10 ans d'expérience et il y aura un encadrement à temps partiel de chefs de projets et en particulier la personne qui a conçu tout le hardware de Transpac... Donc, j'ai choisi volontairement un personnel jeune car nous devons être dynamiques. D'autre part, je crois que pour le métier que nous faisons, il est plus facile de prendre un ingénieur qui a de bonnes notions théoriques et de lui faire acquérir une expérience industrielle, que de faire l'inverse en prenant un ingénieur du terrain industriel et de remonter vers la théorie.

— Pensez-vous que la réalité de Midi-robots ouvre la voie à de nouvelles sociétés?

C'est mon vœu le plus cher : qu'il se crée en France des centaines de Midi-robots ! Il y a un certain nombre de personnes de ma génération (les 35-45 ans) de très grande valeur qui piaffent dans les grandes entreprises, et qui ne demandent qu'à faire des choses comme celle-ci. Nous pouvons être des générateurs d'emplois pour les cinq années à venir. Mon plan de recrutement est d'arriver à une soixantaine de personnes d'ici 4/5 ans.

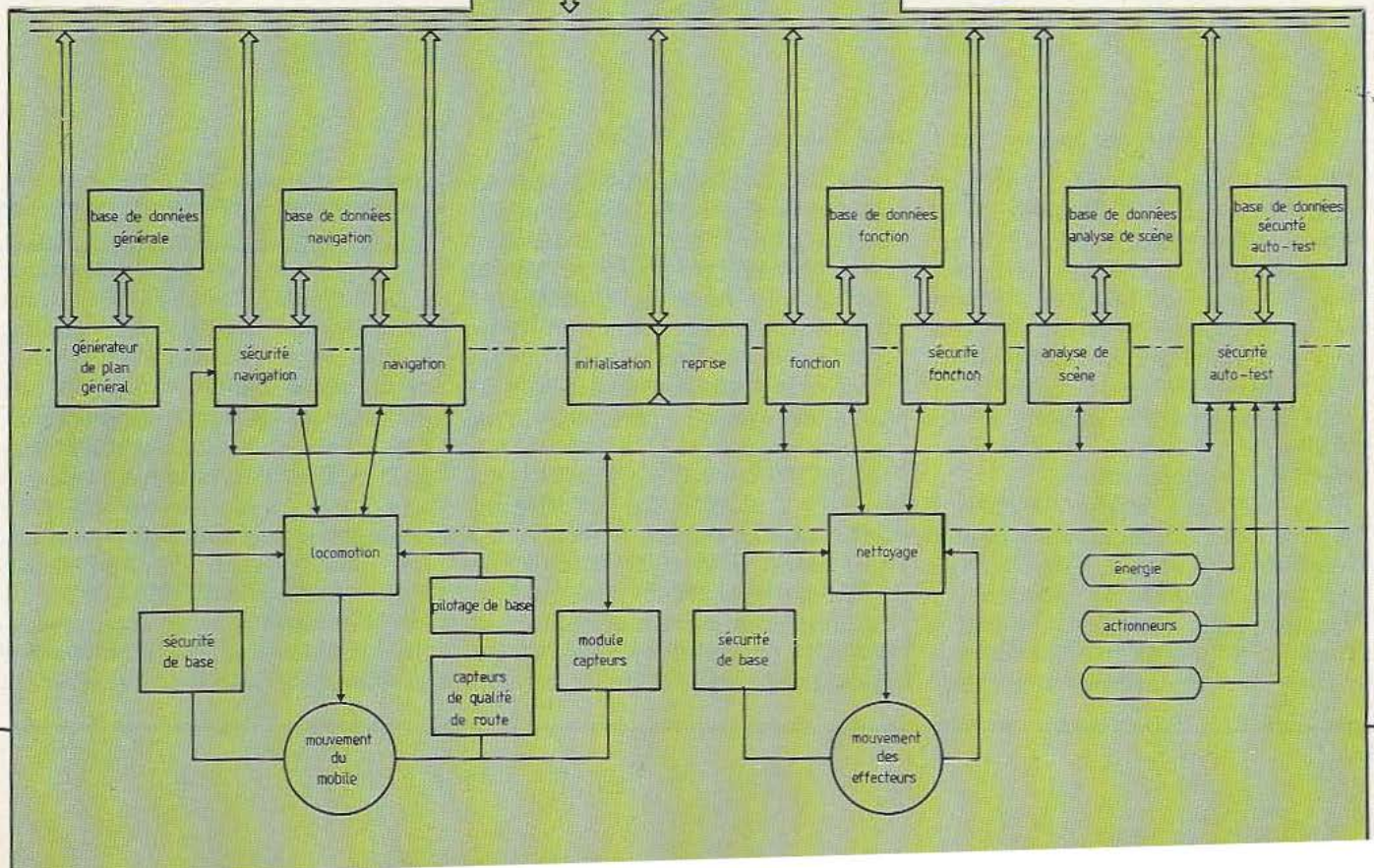
R.A.T.P.

(Robots Autonomes des Transports Parisiens!)

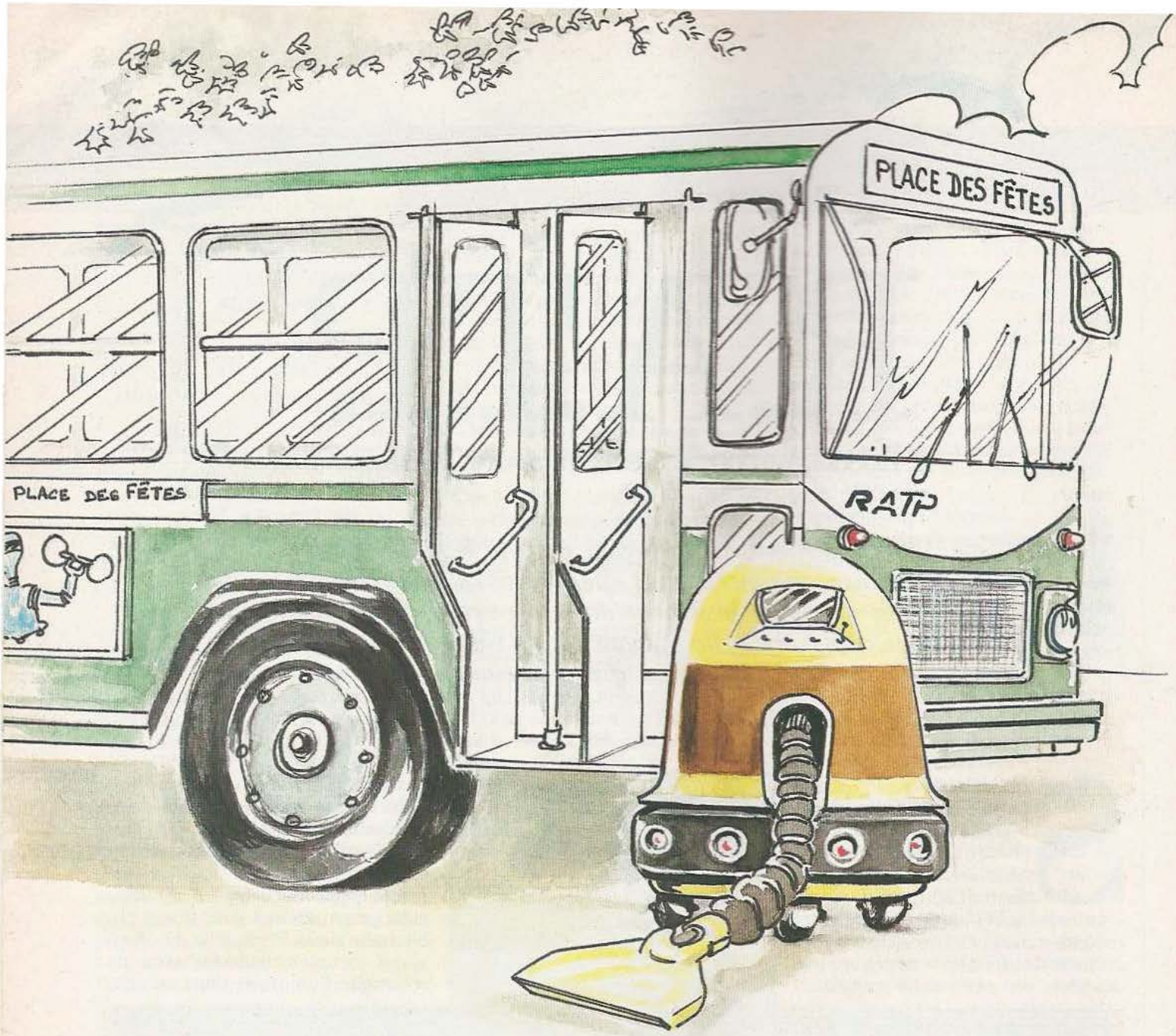
Des robots de nettoyage pour la R.A.T.P.? L'affaire est lancée, et si elle aboutit, elle aura toutes les chances de placer la France dans une excellente position pour développer une grande industrie de robots de service : une opportunité à ne pas manquer!

Si Midi -robots se voit aujourd'hui côtoyer, dans le cadre du projet R.A.M. (Robots Autonomes Multiservices), les Renault et autres C.E.A. et s'attire les accessits du Ministère de la Recherche et de l'Industrie sur le créneau des robots de nettoyage industriel, on peut aussi constater l'avancement relatif de ses projets. Celui qui, sans conteste, est le plus spectaculaire reste à ce jour la création de robots de balayage destinés à la R.A.T.P.

Dès que le mot est lâché, des imaginations martelées par l'image publicitaire de la Régie (chic et choc) surgit abruptement le fantasme du robot que l'on croise dans un cou-



Ce schéma permet de visualiser clairement la hiérarchie du système de décision qui implique trois langages de traitement.



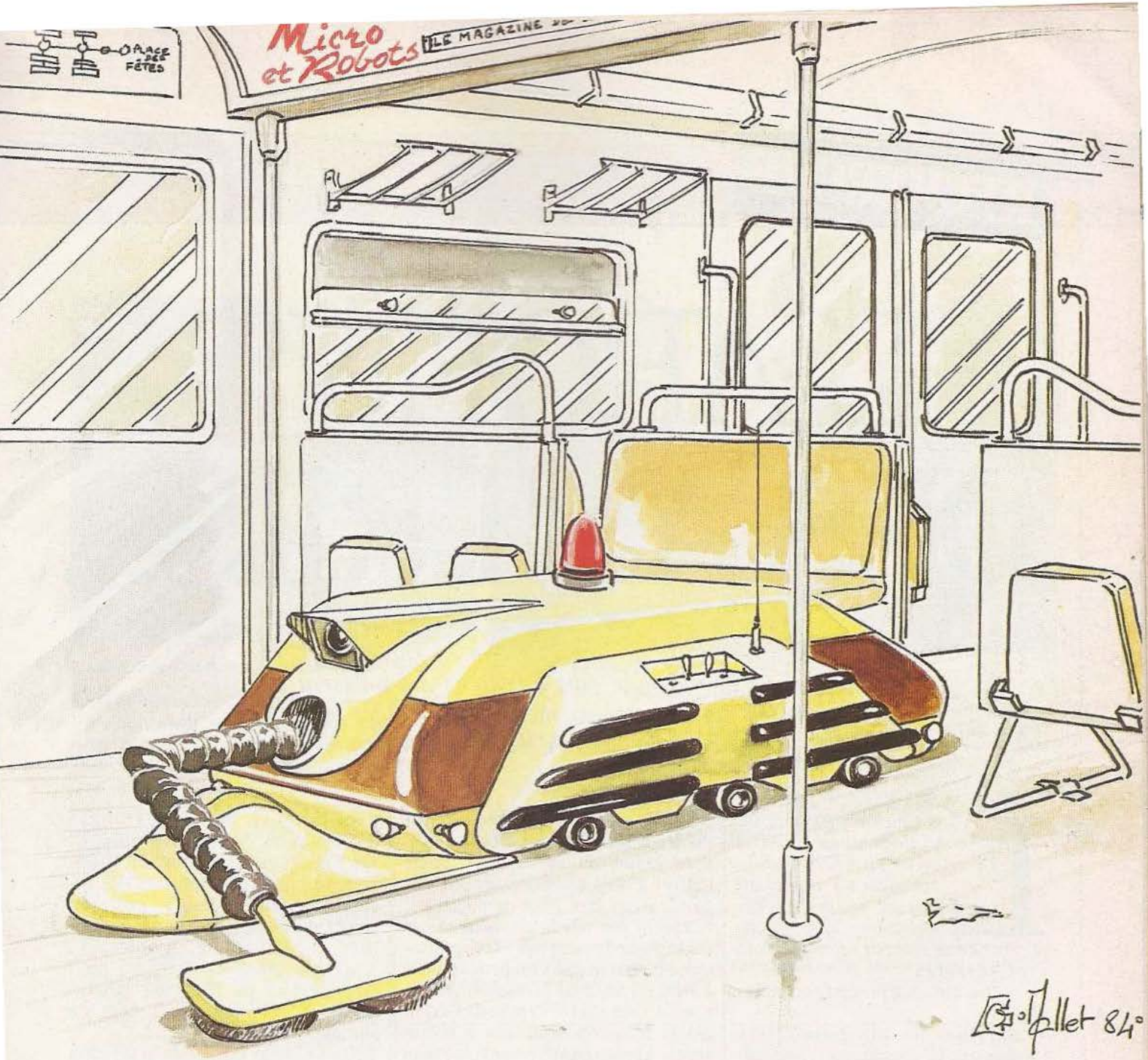
Les robots de nettoyage imaginés par notre dessinateur Gilles Mallet!

loir froid et gluant, entre deux correspondances interminables. La convivialité, grande absente de ces lieux de passage, naîtra-t-elle, enfin, grâce à ces machines? Comment les usagers verront-ils cette intrusion dans leur vie quotidienne? En réalité, il est urgent de préciser, afin d'éviter les spéculations les plus folles, le pourquoi et le comment de cette opération.

Raoul Bernard, chargé de mission auprès du Directeur Général pour la modernisation des procédés de nettoyage remet les pendules à l'heure : «la période du balai se termine, il faut valoriser le métier de nettoyeur et améliorer les conditions de travail grâce à la mécanisation». Au départ, l'idée a été d'étudier le nettoyage des bus pendant leur passage en poste de charge (lorsqu'ils font le plein de fuel). Il fallait trouver des solutions pour que le robot monte dans le bus, se déplace à l'intérieur en aspirant les poussières puis en ressorte. En extrapolant un peu, le nettoyage des rames de métro, de R.E.R., des quais et stations passe par des solutions similaires. La R.A.T.P. décide donc d'appuyer Midi-robots dans ses recherches de modules autonomes permettant, dans un premier temps, le nettoyage des grandes surfaces et excluant celui des escaliers, pour l'instant.

En chiffres

L'usager ne se rend pas compte de l'ampleur des tâches : 360 stations et 62 gares R.E.R. aux quelles s'ajoutent 2 900 voitures et wagons accumulent chaque jour plus de 100 litres de déchets pour 1 000 m². Les surfaces de nettoyage sont gigantesques, d'autant plus qu'il n'y a pas que le sol à nettoyer mais aussi les murs, les signaux, les poubelles, les voies au niveau des stations, etc. Pour le seul métro, 550 000 m² de sol, 170 km d'escalier (en déplacement transversal), 100 km de voies et 440 000 m² de muraux donnent



une idée plus précise du travail (et encore, les quais sont nettoyés deux fois par jour !). La R.A.T.P. emploie pour ces tâches 1 500 personnes et dépense un budget de 220 millions de francs par an pour le métro et le R.E.R. seulement. Le personnel est fourni par la R.A.T.P. et par des sociétés de service. Il faut savoir aussi que le balayage ne représente qu'entre 30 et 40 % du nettoyage.

Contexte

Ces quelques grandeurs justifient bien les soucis de modernisation de la R.A.T.P. et du même coup relativisent l'importance des robots. En réalité, les variétés de tâches de nettoyage ne permettent pas d'imaginer, dans l'immédiat, l'existence d'un robot «à tout faire». Donc, le problème des suppressions d'emplois ne se pose pas. La R.A.T.P. a d'ailleurs passé des accords de non-licenciement avec les sociétés de service.

Cela n'empêche pas ces dernières d'être inquiètes face à ce projet puisque, de toutes façons, les robots prendront du travail ; aussi ces sociétés ne pourront pas remplacer le personnel qui partira à la retraite.

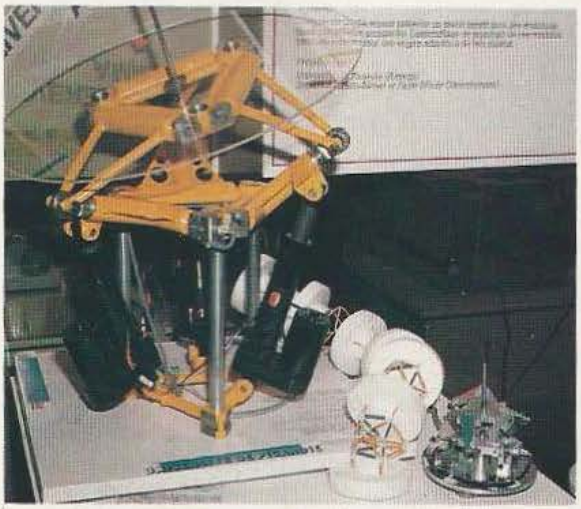
A terme, la quantité de robots R.A.T.P. se situera entre 500 et 1 000 exemplaires pour un prix d'achat unitaire approximant 150 000 F et amortissable en 5 ans.

En l'état actuel du projet, la société Midi-robots termine l'étude de faisabilité et, si celle-ci est démontrée, le prototype industriel verra le jour courant 85. Concernant la fabrication en petite série, il est probable que les entreprises de la région Midi-Pyrénées en bénéficieront. Quant à la commercialisation de ces machines à l'étranger, la R.A.T.P. qui possède une force de vente tout à fait performante, sera probablement de la partie... à moins que, d'ici là, des robots similaires n'aient pénétré ce marché prometteur. ■

L'ARGENT DES AUTRES...

La fécondité de la recherche en robotique tient pour une grande part aux liens qui unissent ses artisans mais aussi aux moyens financiers qu'on lui a accordés. Et l'ADI, qu'a-t-elle fait ?

Le rôle de l'Agence de l'Informatique (l'ADI, créée en 1979) dans la productique a été un facteur moteur important pour le développement de ce secteur selon les trois axes suivants :
— recherche et transfert technologiques ;
— diffusion des applications vers l'industrie, le commerce, l'agriculture, etc. ;
— formation ;
et grâce, notamment au montage d'opérations génériques par l'intermédiaire des Chambres de Commerce et d'Industrie et des syndicats professionnels. Le bilan de la recherche en productique, placée sous la responsabilité de Claude Laurgeau, pourrait, très schématiquement, se résumer ainsi : entre 1980 et 1983, 154 contrats ont été passés avec 76 partenaires (industrie : 37, universités : 28, centres de recherches publiques : 10, projet national : 1) pour un montant de 65 MF.
En 80 le volume moyen d'une action représentait 266 KF alors qu'en 83 il atteignait 750 KF ce qui signifie un effort de soutien important pour mener à bien les recherches engagées plutôt qu'une dispersion de l'effort global dans des actions qui auraient pu être plus nombreuses. L'accent mis sur la productique se traduit par des actions «recherche» en ce domaine que l'on peut évaluer à environ 50 % de la totalité des actions d'aide à la recherche de l'ADI. Quant à la robotique elle a représenté approximativement le tiers (21 MF) des apports financiers de l'agence dans le secteur recherche productique (regroupant par ailleurs l'informatique industrielle, l'automatisation continue, l'image et l'informatique, la CAO/FAO) et 30 % des contrats.
Comment l'ADI est-elle perçue par les contractants ?
«On a parfois l'impression d'être simplement un organisme bancaire ; les contractants ne nous connaissent pas bien. Il reste encore à faire passer l'idée «du projet commun» comme a su le faire le CNRS à travers ARA», nous dit Claude Laurgeau. Pourtant l'ADI ne ménage pas ses efforts de communication et d'animation que ce soit grâce à des séminaires, à des publications, ou à des notes d'orientation, des appels d'offre. Et ses financements renforcent à travers de nombreux contrats des recherches entrant dans le cadre du projet national ARA (Automatisation et Robotique Avancées) : 3 MF ont ainsi été octroyés pour l'équipement de plusieurs laboratoires en robots français haut de gamme.
Toutes choses qui, grâce à un effet de synergie, ont pu créer un certain engouement pour la recherche en robotique dont les acteurs, maintenant, se connaissent bien et se sont ouverts aux problèmes industriels. D'un certain point de vue on pourrait peut-être s'inquiéter de tous ces chercheurs «aspirés» par la robotique : à chiffre d'affaire sensiblement égal, la CAO importe ses produits à 90 % alors que la France couvre environ 60 % de son marché intérieur robotique.
Pour l'année 84 plusieurs directives générales ont été fixées dont celle, d'une part, de privilégier la création de logiciels portables en productique et celle, d'autre part, de «favoriser les projets finalisés aux niveaux technique et économique as-



Financé par l'ADI, un projet de robot-lombric.

Spartacus : l'aide aux tétraplégiques.

sociant laboratoires et industriels».
En robotique proprement dit on peut noter quelques orientations intéressantes qui prouvent, s'il en était besoin, que la recherche a substantiellement dépassé, maintenant, certains problèmes que l'on qualifierait «de base». Parmi ces orientations nouvelles on trouve la robotique de service (mines, agriculture et, soulignons-le, domestique), la manipulation d'objets moux et hétérogènes, les actionneurs à commande intégrée, les robots de mesure, d'inspection, de contrôle qualité. L'accent reste mis sur la vision 2 D et 3 D pour le contrôle de scènes évolutives et sur des systèmes de vision à basse résolution et à faible coût. Tandis qu'en informatique industrielle on notera les thèmes suivants :
— Intelligence Artificielle et Systèmes Experts en productique ;
— Génération automatique de programmes pour automates ;
— Outils d'aide à la conception, à la simulation, à l'exploitation des ateliers automatisés, etc.
Enfin, pour tous ceux que cela intéresse, signalons que l'ADI édite les rapports de recherche de ses contractants : plus d'une centaine de rapports sont ainsi proposés qui constituent une mine pour les industriels, enseignants, chercheurs, étudiants. *(service lecteur : 1)*

	1980	1981	1982	Par rubrique
Robotique	4,59	3,76	8,05	16,40
Informatique Industrielle	2,35	5,23	3,51	11,09
Automatisation Continue	2,65	1,57	0,40	4,62
Image et Informatique	1,14	3,53	3,93	8,60
CAO/FAO	3,400	7,200	0,900	11,5
Par année	14,13	21,28	16,79	52,20

Répartition des actions «Productique» en volume financier sur la période1980-1982 (Unité financière : 1 MF).

Thèmes	Nombre de contrats	Soutien financier (en MF)
Recherches à caractère fondamental	6	2,06
Recherches méthodologiques	4	1,660
Composants de la robotique «périrobotique»	11	2,918
Développement de robots ou de systèmes	10	3,154
Logiciels et langage en robotique	2	2,227
Cellules flexibles de production et ateliers flexibles	3	2,570
Recherches pararobotiques	4	0,758
Usinage - C.N.M.O	6	2,754
Vision et robotique	3	0,758
Applications sectorielles sur site	17	4,501
Robotique et agro-alimentaire	6	1,755
Equipement des laboratoires ARA	1	3,000

Classification par thèmes des recherches en productique.

COMPARATIF

3 ROBOTS PEDAGOS

Pour ces trois robots français de haut de gamme, une même vocation : la formation. Avec, cependant, des orientations personnalisées.

Parler de robotique et l'apprendre sur papier ne suffisent pas à former de bons roboticiens et une formation pratique reste indispensable. Pour ce faire commencent à apparaître sur le marché des robots dits pédagogiques qui permettent d'étudier tous les aspects de la robotique industrielle.

Si les divers bras robots que nous avons présentés dans *Micro et Robots* (bras Multisoft dans *Micro et Robots* n° 2 et bras Hikawa dans *Micro et Robots* n° 6) peuvent servir d'outils pédagogiques économiques, il faut bien reconnaître que la légèreté de leurs structures et la simplicité de leur électronique peut se révéler insuffisante pour assurer une formation complète en robotique industrielle. Les trois produits que nous vous présentons aujourd'hui comblent ces lacunes mais sont, bien sûr, proposés à des prix beaucoup plus élevés.

Le robot AID

Ce robot, ou plus exactement ce bras, est conçu et réalisé en France par la société AID installée à Grenoble. A l'origine ce n'est pas un robot pédagogique puisque c'est une version industrielle normale qui est proposée ; la fonction pédagogique est rendue possible au niveau de l'électronique de commande prévue à cet effet. Ce robot possède 5 degrés de liberté, le sixième étant en option et pouvant être ajouté par l'utilisateur au moyen d'un kit. Il peut effectuer des mouvements dans une portion de sphère de 940 mm de rayon et de secteur angulaire de 270° ce qui est suffisant pour de nombreuses applications. Sa précision de répétabilité, de ± 0,5 mm, est également très satisfaisante.

Contrairement aux bras que nous évoquions ci-avant, les diverses parties du robot sont mues par des

AID. Service lecteur : cerclez 2.

servomoteurs à courant continu et non des moteurs pas à pas et les détections de position des moteurs sont faites au moyen de codeurs dont la résolution va de 500 points par tour sur certains axes «principaux» à 144 points par tour sur les axes «secondaires».

Ces moteurs à courant continu permettent de disposer d'une vitesse de déplacement qui va de 1 radian par seconde pour le plus rapide à 0,5 radian par seconde pour le plus lent.

La pince qui équipe le bras dispose d'un limiteur d'effort qui permet d'adapter sa préhension en fonction de l'application envisagée.

L'électronique associée à ce bras a été conçue pour offrir un maximum de possibilités pédagogiques. Elle est modulaire avec regroupement des fonctions par cartes et est intégrée dans un coffret contenant une visualisation sur écran TV qui permet d'afficher tout ou partie des paramètres relatifs aux divers axes. La programmation peut se faire point par point et les diverses étapes peuvent être essayées individuellement ou en synchronisant deux mouvements afin de mettre au point le mouvement complet dans les meilleures conditions.

Diverses extensions peuvent être connectées sur ce coffret dont un système de sauvegarde des programmes sur magnétophone à cassettes grand public qui sera sans doute apprécié, encore qu'à notre avis un système utilisant des microdisquettes eût été préférable en raison de sa plus grande fiabilité et de sa souplesse. Prix : 145 000F HT.

Le robot ERICC de Barras Provence

Malgré son aspect assez classique, le bras robot Ericc de la société française Barras Provence, implantée à Manosque (Alpes de Haute-Provence), est bel et bien un robot pédagogique dans tous les sens du terme.

Comme le précédent, ce bras dis-

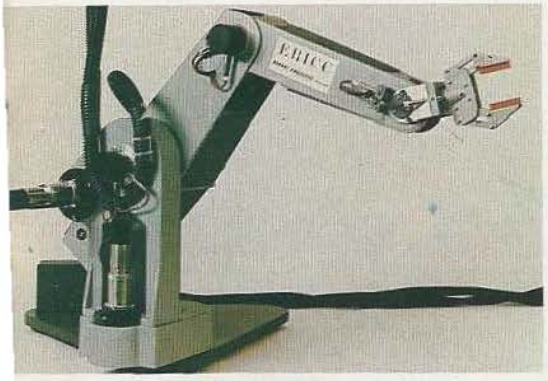
pose de 5 degrés de liberté et peut évoluer dans une sphère de 770 mm. Sa précision de répétabilité est de 0,5 mm et il peut manipuler des charges de 1 kg. La vitesse maximum atteinte en bout de pince est de 0,80 mètre par seconde ce qui est comparable à ce que sait faire le bras AID.

Contrairement au produit précédent, une solution mixte a été choisie ici pour faire mouvoir les diverses parties du bras et l'on trouve des moteurs pas à pas sur certains axes et des moteurs à courant continu associés à des génératrices tachymétriques sur d'autres axes. Ce choix nous semble judicieux car il permet de comparer les deux types de moteurs tant au point de vue possibilités qu'au point de vue commande et programmation.

La pince de serrage dispose, ici aussi, d'un système de mesure de l'effort de préhension.

L'électronique de contrôle est intégrée dans un coffret et est également de conception modulaire. Un boîtier de commande muni de touches sur lesquelles sont dessinés des pictogrammes, permet de piloter les déplacements du bras en phase d'apprentissage. Quant au terminal, de type Minitel, il dispose d'un éditeur de texte.

De surcroît, de nombreuses connexions externes sont possibles au moyen de deux liaisons série



Ericc. Service lecteur : cerclez 3.

RS 232. Une console vidéo ou un terminal ordinaire peut ainsi être connecté mais également, et simultanément, un calculateur.

Un magnétophone à cassette est, ici aussi, utilisable dans la version autonome pour stocker les programmes ; nous émettrons donc la même critique à ce sujet que pour le bras AID. Des entrées/sorties parallèles permettent de relier l'électronique de commande au monde extérieur (capteurs divers) et permettent ainsi de réaliser des programmes de mouvements interactifs avec l'environnement. Son prix : 90350 F HT.

Le robot SIRTES de Renault Automation

Ce troisième produit est tout aussi français que les précédents comme vous pouvez le constater à la lecture du nom de son fabricant. Malgré son aspect un peu massif c'est, comme les deux autres produits présentés, un bras disposant de 5 degrés de liberté ; mais c'est aussi le plus grand des trois puisqu'il mesure 1,51 m de haut et qu'il peut se mouvoir dans une sphère de 817 mm de rayon. La charge qu'il peut manipuler est aussi de 1 kg ce qui tend à démontrer que tous les fabricants de ce type de produits sont bien au diapason. Il est un peu plus lent que les produits précédents puisque la vitesse au bout du bras est au maximum de 0,60 mètre par seconde.

Les diverses parties du bras sont mues par des moteurs à courant continu associés à des codeurs optiques absolus fournissant 256 points par tour.

En bout de bras, diverses options sont proposées, la pince étant interchangeable. Il existe ainsi des pinces à deux ou trois doigts, à doigts fixes et mors interchangeable, à parallélogramme et même à prise intérieure ou à outil magnétique. Des capteurs peuvent être implantés au niveau des pinces et être interfacés au moyen de l'électronique sur laquelle des lignes sont disponibles à cet effet.

L'électronique associée fait appel à un microprocesseur 16 bits, en l'occurence un 8086 d'Intel associé à 64 K-octets de mémoire vive. Cet ensemble est complété par une carte analogique disposant de 6 sorties et 8 entrées ayant une résolution de 12 bits. Comme pour les produits précédents, un lecteur de cassettes peut être utilisé pour le stockage des programmes. La commande du bras peut être réalisée de façon autonome par ce que Renault appelle une «boîte à boutons» mais il est également possible d'utiliser une console informatique classique. Prix : 140 000 F HT.

Sirtès. Service lecteur : cerclez 4.

Conclusion

Nous en resterons là avec cette présentation non pas qu'il n'y ait plus rien à dire, bien au contraire, mais parce que, pour être plus précis, il faudrait entrer dans le détail, ce qui demanderait de très longs développements sortant du cadre de cet article. A la lumière de notre exposé, nous pouvons tout de même constater que sans se consulter, du moins le pensons-nous, trois fabricants français arrivent à proposer des produits aux possibilités à peu près identiques ce qui démontre que la définition d'un concept «formation» et leurs études de marché ont conduit aux mêmes conclusions ; aux utilisateurs de dire si ces dernières sont correctes...

C. Tavernier

SIEMENS
SIMATIC S5-105R
SIMATIC PG 605 R
SIEMENS

EN CADENCE !

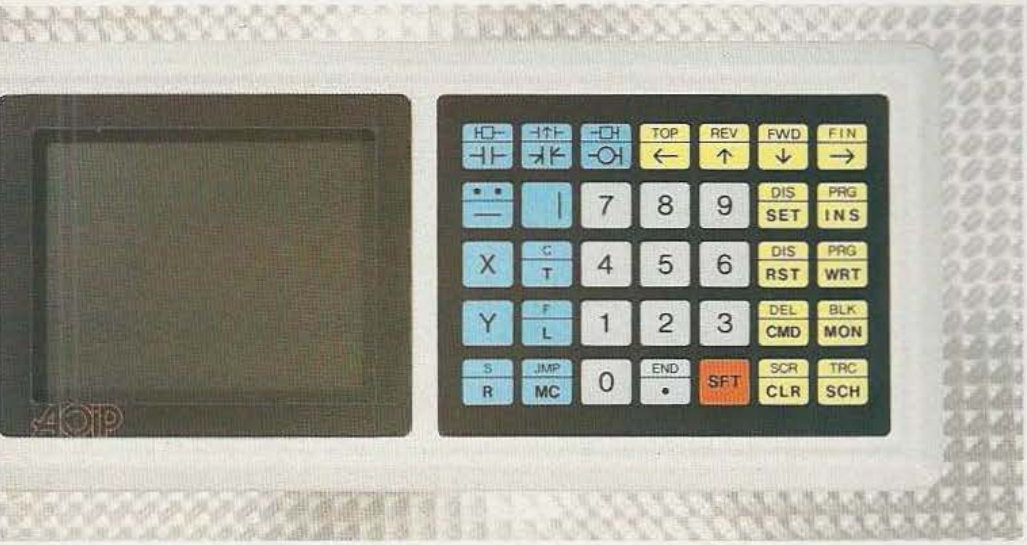
Les automates programmables existent depuis de nombreuses années déjà et, dans l'industrie, on commence à être habitué à les voir remplacer des armoires de relais dans de nombreux cas. Depuis leurs débuts, ces automates ont bien évolué en fonction des progrès technologiques réalisés et cette évolution se scinde aujourd'hui en deux branches distinctes.

D'un côté on trouve les automates «haut de gamme» aux ressources innombrables et offrant des possibilités d'interconnexion par des réseaux tels ceux que l'on rencontre en informatique (réseau Ethernet ou équivalents) ; de l'autre côté on trouve les automates «bas de gamme» dont les possibilités sont réduites mais dont le prix de revient est suffisamment bas pour permettre leur intégration dans de petits automatismes qu'il était encore plus rentable, jusqu'à maintenant, de réaliser avec des méthodes classiques. Ce sont trois automates de ce dernier type que nous allons vous présenter dans les lignes qui suivent, automates dont le prix se situe en dessous ou aux alentours de 5000 francs.

Lorsque l'on fait appel à un automate programmable, plusieurs problèmes sont à résoudre : celui du nombre et du type des entrées, celui du nombre et du type des sorties et enfin, et surtout, celui de la programmation. Si les deux premiers problèmes se résolvent presque comme dans le cas de systèmes à relais, celui de la programmation peut inquiéter certains utilisateurs. Il faut en effet savoir que la majorité des automaticiens de l'ancienne école (ce n'est pas péjoratif) sont habitués à manipuler des schémas à contacts ou en échelle alors que ceux venant tout juste de terminer leurs études ont été initiés au Grafcet qui, comme chacun sait, est une représentation symbolique de schémas d'automatismes. Ces deux formations, bien qu'*a priori* différentes, permettent cependant très rapidement de programmer des atomates sans devoir changer d'habitude ; tout au plus une petite phase d'adaptation est-elle nécessaire avec les produits que nous allons voir, phase d'adaptation qui correspond plus à un apprentissage des fonctions des consoles de programmation qu'à un changement de façon de travailler.

Pour ceux qui ne connaissent pas ou peu ces produits, nous allons dire quelques mots de leur organisation fonctionnelle. Un automate programmable est un ensemble logique, généralement à base de microprocesseur qui exécute un programme, programme effectuant des actions en fonction de l'état de lignes d'entrées mais aussi en fonction de compteurs internes et de temporisateurs. Ce programme doit être stocké de façon permanente dans l'automate et, pour que sa programmation sur le site soit aisée, il faut que vous soyez à même de réaliser ce stockage. Ce programme doit bien évidemment être écrit et pour cela il faut que l'automate dispose d'un organe d'entrée adéquat muni d'un clavier et d'afficheurs. Cet organe d'entrée est, en général, une console ou boîtier amovible que l'on raccorde à l'automate lors de sa programmation et que l'on déconnecte lorsque celle-ci est terminée, l'automate devenant alors une «boîte noire» avec seulement un ou deux voyants et interrrupteurs de contrôle. Cette solution permet de ne disposer que d'une console pour programmer plusieurs automates ce qui est très économique, la console étant inutile une fois la phase de programmation et d'essai terminée. Des possibilités offertes par cette console vont dépendre en grande partie la souplesse d'emploi et de mise en œuvre de l'automate.

La documentation qui accompagne un automate programmable est également très importante dans la mesure où l'acquéreur d'un produit à 5000 francs fait généralement la mise en place de son application seul, sans faire appel à des sociétés spécialisées, d'où la nécessité de disposer d'un maximum de renseignements techniques et de mise en œuvre.



AOIP EX 20/40

Les automates programmables série EX sont fabriqués par Toshiba et distribués en France en exclusivité par AOIP. Il existe deux types principaux qui se différencient par le nombre d'entrées-sorties proposées. Le modèle EX 20 dispose en effet de 12 entrées et 8 sorties alors que le EX 40, comme sa référence le laisse supposer, propose deux fois plus de lignes en entrées et en sorties. Une version plus rapide que le EX 40 existe sous la référence EX 40 H.

Ces automates sont de dimensions plus importantes que le modèle Electromatic présenté puisque, sans la console de programmation, l'EX 20 mesure 100 x 110 x 240 mm alors que l'EX 40 est plus long et mesure 100 x 110 x 320 mm. Ils peuvent être vissés au moyen de pattes prévues à cet effet ou fixés sur des rails aux normes standard DIN.

L'alimentation se fait par toute tension comprise entre 100 et 240 volts et de fréquence comprise entre 47 et 63 Hertz. La consommation est de 20 VA pour l'EX 20 et de 25 VA pour l'EX 40.

Les entrées sont prévues pour des contacts secs et la tension qui leur est nécessaire est fournie en interne. Le courant d'entrée est de 10 mA et la tension d'isolement des entrées est de 1500 volts.

Les sorties sont réalisées via des relais intégrés dans le boîtier et offrent de ce fait des possibilités de commutation intéressantes puisque l'EX 20 et l'EX 40 peuvent couper jusqu'à 2 ampères sous 220 volts alternatifs ou 24 volts continus, une pointe de courant de 6 ampères pendant 100 ms étant admise. Les entrées et sorties se font sur bornes à vis aptes à recevoir des cosses standards.

Pour ce qui est des possibilités internes, l'EX 20 offre 8 temporisations programmables de 0,1 seconde à 999,9 secondes et dispose de 8 compteurs de 1 à 9999; par ailleurs, 64 relais internes secourus en cas d'absence d'alimentation et 64 relais non secourus sont également disponibles. La capacité mémoire est de 512 pas de programme et le temps moyen d'exécution d'un pas est de 60 μs. Pour l'EX 40, tous ces chiffres sont à doubler sauf, bien sûr, le temps d'exécution d'un pas de programme.

La programmation

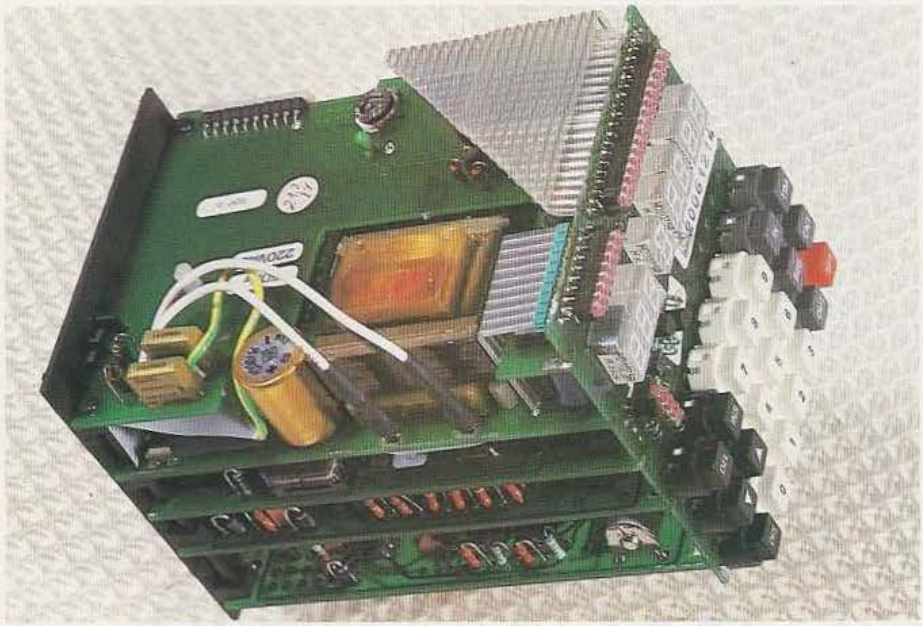
Contrairement au produit Electromatic, l'automate AOIP nécessite une console de programmation externe. Elle est raccordée au boîtier de l'automate par un câble muni de connecteurs miniatures et peut être utilisée à distance de l'automate ou être encliquetée sur le boîtier de celui-ci.

Cette console de dimensions respectables, puisqu'elle mesure 100 mm sur 215 mm, est divisée en deux parties : sur la droite se trouve le clavier qui est un modèle plat et étanche à la poussière (et à l'humidité dans une certaine mesure) alors que toute partie gauche est occupée par un grand afficheur à cristaux liquides capable de représenter des schémas à relais avec les symboles conventionnels de ce type de représentation. Ce n'est pas là un des moindres avantages de cette console qui ne dépaysera pas les utilisateurs de cette symbolique puisqu'aucun apprentissage autre que celui de la fonction des touches et des possibilités d'édition offertes n'est nécessaire. Pour ce qui est du Grafcet, la notice parle d'une possibilité de Grafcet mais sans donner plus d'explication à ce sujet.

Une fois le programme mis au point, il peut être transféré en mémoire vive dans l'automate et être essayé, la console permettant de nombreux contrôles. Deux options intéressantes sont à signaler au sujet de la mémoire; les EX 20 et 40 peuvent recevoir un module optionnel enfichable constitué d'une mémoire morte programmable et effaçable aux ultra-violets (UVPROM) ou, mieux, du même type de mémoire mais effaçable électriquement (EEPROM); ces deux modules permettent, une fois qu'un programme est au point, de le stocker de façon permanente dans l'automate, la possibilité d'effacement laissant tout le loisir d'y faire ultérieurement des modifications.

La documentation qui accompagne l'automate est volumineuse et passe en revue chaque fonction de celui-ci et de la console. Par contre, elle manque un peu d'exemples concrets et, comme pour l'appareil Electromatic, elle ne guide pas assez l'utilisateur lors de la première prise de contact avec le produit.

Service lecteur : cerclez 40.



ELECTROMATIC PLC 200816

Le plus compact des trois produits est en effet le PLC 200816 d'Electromatic qui tient dans un coffret de 96 mm sur 96 mm sur 140 mm de profondeur ; qui plus est, ce coffret renferme de façon permanente la console de programmation, son clavier et ses afficheurs.

Cette compacité, destinée à faciliter l'intégration du produit, se traduit par des capacités d'entrées-sorties assez réduites puisque l'appareil ne dispose que de 16 entrées et de 8 sorties. Si ce n'est pas suffisant pour votre application, sachez qu'il est possible de lui adjoindre un boîtier «esclave» référencé PSU 100 qui porte le nombre d'entrées à 32 et le nombre de sorties à 24.

L'appareil s'alimente en 24, 48, 110, 220 ou 240 volts et consomme seulement 4 VA. Ses entrées sont galvaniquement séparées de l'électronique interne et sont aptes à être commandées par des interrupteurs ou des transistors NPN à collecteur ouvert comme on en trouve en sortie de certains capteurs. Le courant d'entrée n'est que de 1 mA et la tension d'entrée contact ouvert est de 12 volts. Les sorties, quant à elles, sont galvaniquement séparées de l'électronique interne et sont constituées par des transistors PNP à collecteur ouvert capables de tenir 48 volts et de commuter 500 mA. Une protection contre les courts-circuits de sortie est intégrée à l'appareil.

Du point de vue possibilités internes, 8 compteurs de 1 à 99 sont disponibles ainsi que 16 temporisateurs de 0,1 à 99 secondes. Par ailleurs, 64 registres dont 32 à mémoire en cas de coupure d'alimentation et 3 registres spéciaux sont proposés. La capacité du programme, enfin, est de 768 pas et le temps de scrutation de celui-ci est de 15 ms pour 256 pas.

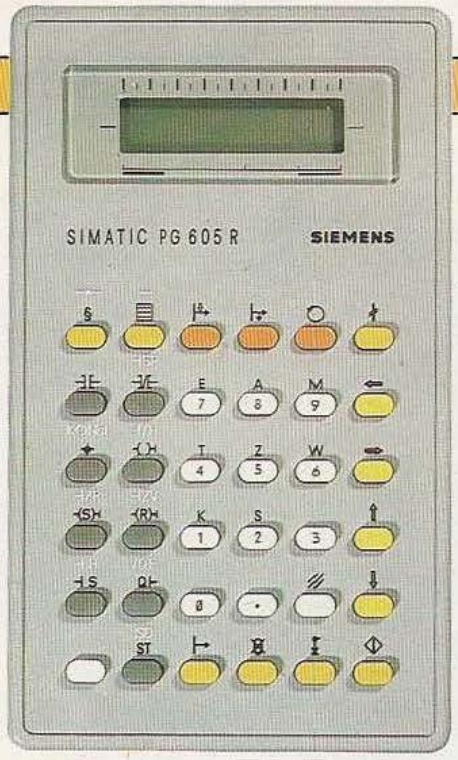
La programmation

Du fait de l'intégration de la console de programmation dans un si petit boîtier, celle-ci est forcément limitée du point de vue affichage et ne fait appel qu'à des LED et à des afficheurs 7 segments classiques. De même le nombre de touches du clavier est réduit et utilise la méthode des touches à double fonction. De ce fait, il n'est pas possible de programmer directement sur cet appareil en schéma à relais ni en Grafcet et il faut passer par un langage intermédiaire. Cela nous inquiétait un peu : en fait ce langage est fort simple à manipuler et s'écrit immédiatement à partir du schéma à relais après une dizaine de minutes d'apprentissage. Une notice comportant de très nombreux exemples représentant le schéma à relais et le programme écrit en langage «Electromatic» facilite d'ailleurs beaucoup les choses. L'affichage, aussi réduit soit-il, permet de suivre sans difficulté l'écriture du programme mais permet aussi de le lister, de visualiser l'état de divers éléments (compteurs, temporisateurs, entrées, sorties) et de faire facilement la mise au point du programme. La majorité des fausses manœuvres est évitée par un contrôle permanent du clavier et un message «Help» rouge s'affiche si vous faites des bêtises. Pour les malades de la «boutonite» (affection dont souffrent certaines personnes et qui se manifeste par une envie frénétique de titiller les boutons de tout appareil, de préférence sans rien y connaître) une clef de sécurité est prévue et verrouille la mémoire de programme afin qu'elle ne soit plus modifiable à partir du clavier.

Le programme réalisé est placé en mémoire vive dans l'appareil, mémoire protégée contre les coupures secteur. Sur certaines versions, une sauvegarde sur cassette et un chargement de la mémoire à partir de celle-ci sont prévus. Enfin, pour certaines applications, le programme peut être placé en mémoire morte mais uniquement en usine ce qui est un peu dommage.

La documentation qui accompagne l'appareil est complète et en Français, et contient de nombreux exemples. Nous lui reprocherons cependant de ne pas guider suffisamment l'utilisateur lors de la première mise sous tension, l'exposé des possibilités et des fonctions étant un peu désordonné à notre goût.

Service lecteur : cerclez 41.



SIEMENS S5-105R

Comme le nom de son fabricant permet de le prévoir, l'automate S5-105R est conçu et fabriqué en Allemagne par Siemens. Il appartient à la famille des automates programmables Simatic série S5, famille qui comprend, pour l'instant, deux produits, celui que nous avons essayé et un modèle plus petit, le S5-101U.

C'est le plus volumineux des trois automates présentés puisque ses dimensions atteignent 241 mm x 266 mm x 215 mm. Le poids de l'appareil complet est assez important en raison du robuste boîtier métallique qui le protège.

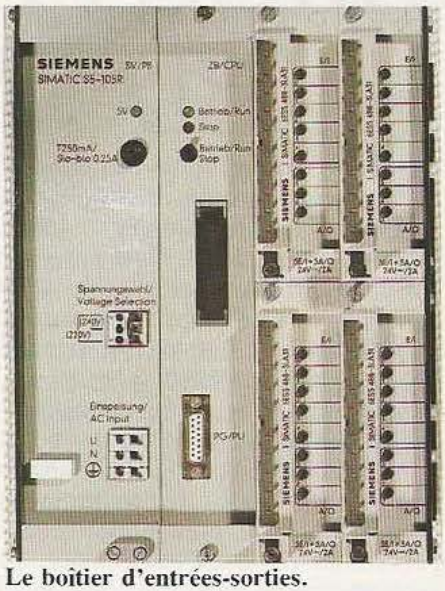
L'alimentation est très classique et peut se faire par le réseau EDF 115 ou 220 volts, la consommation atteignant 40 VA en charge maximum.

Par rapport aux modèles précédents, l'originalité de cet automate est d'être modulaire. Il se compose en effet d'un panier ou bac à carte dans lequel il faut enficher un module alimentation, un module unité centrale qui contient le microprocesseur et sa logique associée et un ou plusieurs modules d'entrées-sorties. Ces modules peuvent être quatre au maximum et chaque module dispose de 5 entrées et de 3 sorties.

Les entrées existent en plusieurs versions et admettent des tensions de 24 volts continus, 115 volts alternatifs ou 220 volts alternatifs. Elles sont isolées galvaniquement du reste du montage. Le courant d'entrée nominal est, dans tous les cas, inférieur à 15 mA.

Les sorties existent, elles aussi, en plusieurs versions et il est possible de couper 2 A sous 24 V ou 500 mA sous 115 ou 220 V. La fréquence de commutation maximum des sorties, pour une charge inductive, est fixée à 2 Hz.

Les sorties sont isolées galvaniquement du montage, isolement contrôlé sous 500 volts pour les modèles 24 volts et sous 2000 volts pour les modèles 115/220 volts.



Le boîtier d'entrées-sorties.

Outre ces possibilités d'entrées/sorties, l'unité centrale offre, comme sur les autres appareils, un certain nombre de compteurs et de temporisateurs. Le S5-105R dispose de 24 temporisations internes programmables de 0,01 seconde à 999 secondes et de 8 compteurs de 0 à 32767. 32 registres internes sont également disponibles dont 16 peuvent être rémanents.

La mémoire interne peut, quant à elle, accepter jusqu'à 500 pas de programme et son contenu est sauvegardé pendant 48 heures en cas de coupure d'alimentation.

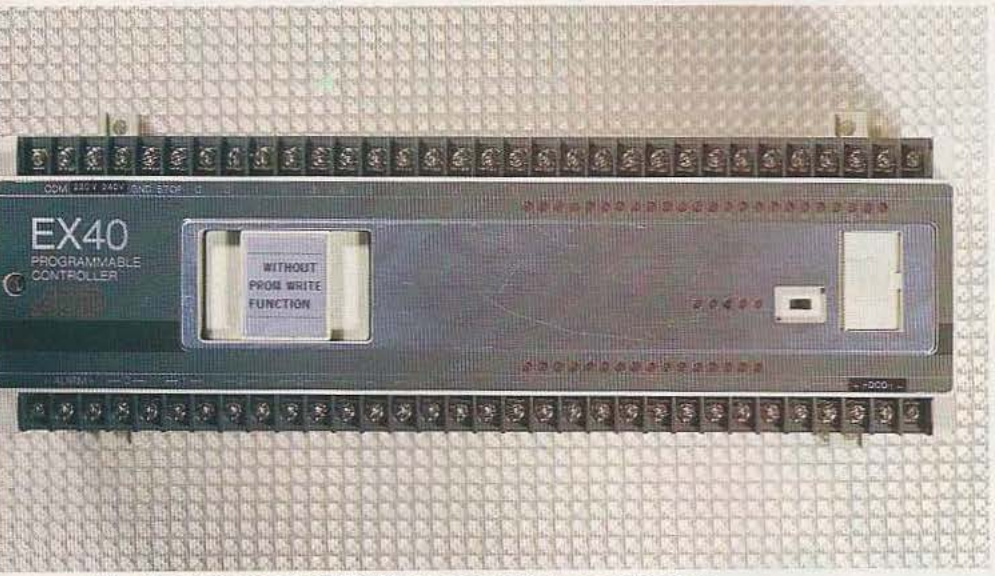
La programmation

Comme pour l'automate AOIP-Toshiba, c'est la solution de la console indépendante qui a été choisie par Siemens. Cette console se présente comme une grosse calculatrice de bureau (200 x 120 x 45 mm) que l'on raccorde à une prise adéquate en face avant de l'unité centrale de l'automate. Elle permet la programmation par la méthode des schémas à relais grâce à des touches disposant des symboles normalisés et à un afficheur à cristaux liquides capable de reproduire de tels schémas. Malgré sa petite taille, puisqu'il ne comporte que deux lignes, l'afficheur est très bien exploité et donne une foule d'informations, ce qui complique un peu les premières utilisations mais qui s'avère très utile par la suite.

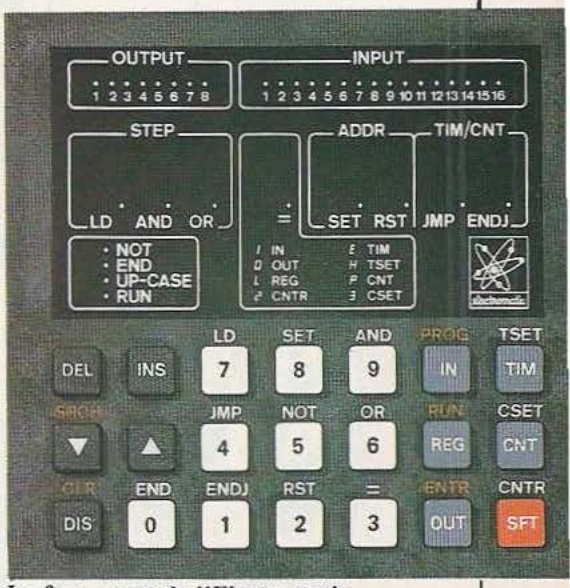
Cette console permet, outre l'écriture du programme, l'édition de celui-ci avec des possibilités d'insertion ou d'effacement de portions de schémas ; elle permet aussi d'essayer un programme avec un maximum de facilité.

Il est possible de mémoriser, de façon permanente, un programme dans l'unité centrale grâce à un bloc contenant une UVPROM ou une EEPROM. L'UVPROM nécessite un adaptateur de programmation et une lampe à ultra-violets pour l'effacement ; par contre, le module EEPROM peut être programmé et effacé directement avec la console de programmation ce qui est très agréable. Ce module mémoire morte s'enfiche en face avant de l'unité centrale sans aucun démontage.

La documentaton qui accompagne l'appareil est très bien faite et si la partie purement technique de celle-ci est un peu aride pour quelqu'un qui n'est pas familiarisé avec les automates programmables, le petit fascicule d'initiation qui y est joint est très agréable à lire et doit permettre à tout utilisateur de mettre en service son automate sans problème. *Service lecteur : cerclez 42.*

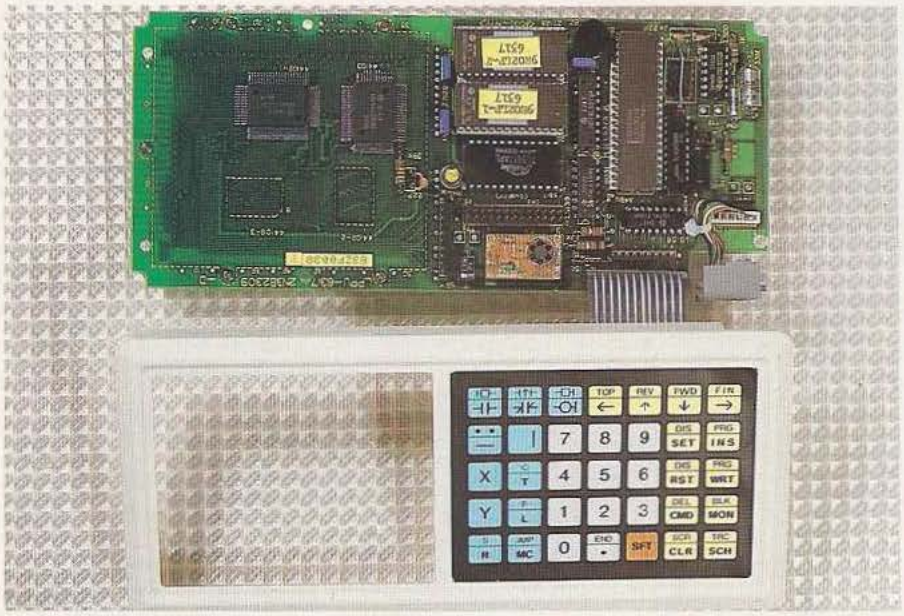


On remarquera sur l'EX 40, la case prévue pour la Rom.



La face avant de l'Electromatic.

LE BILAN



L'intérieur du boîtier de commande de l'AOIP.

Les trois appareils présentés sont, nous l'avons dit, des modèles de bas de gamme sans que ce terme soit péjoratif. Nous avons été agréablement surpris par le nombre de fonctions disponibles sur de tels produits, qui, pour les versions les moins fournies en entrées/sorties, sont proposés pour moins de 3000 francs. La programmation, bête noire de nombreuses personnes, est particulièrement facile puisque sur les trois modèles testés, deux admettent les schémas à relais classiques. Le premier appareil présenté n'est guère plus compliqué à manipuler une fois que l'on a vu comment traduire les symboles des schémas à relais par ses instructions propres.

La solution de la console amovible est très intéressante pour les personnes souhaitant mettre en œuvre de nombreux automates du même type car cela permet de réaliser des économies substantielles. Par contre, pour un ou deux automates, la solution, de la console intégrée adoptée par Electromatic est certainement moins coûteuse.

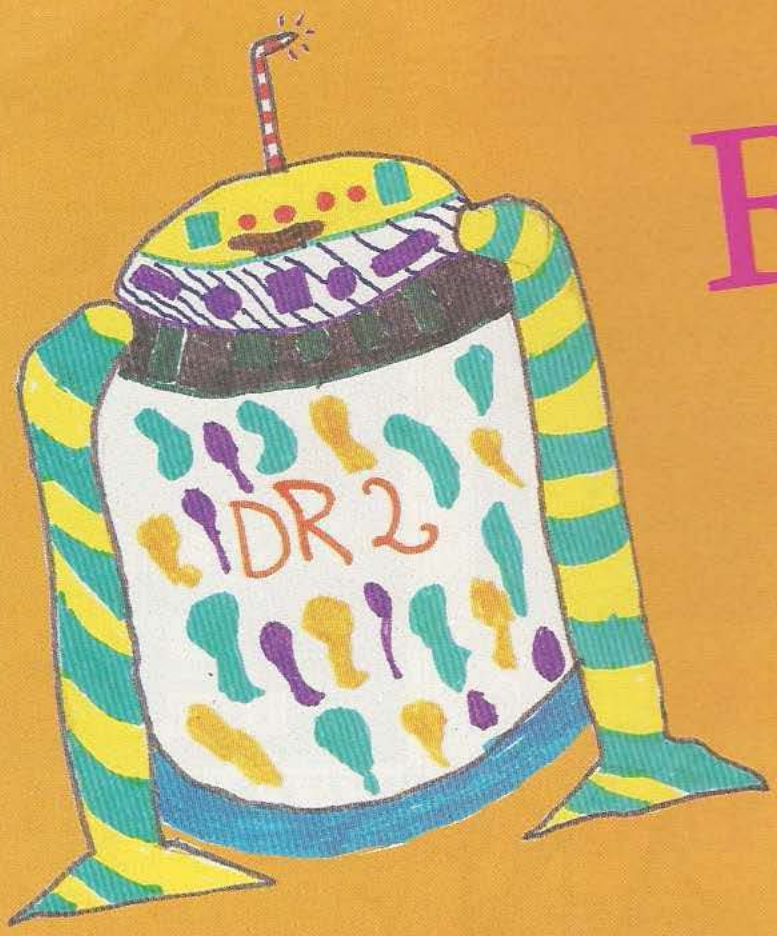
Dans l'ensemble les notices qui accompagnent les produits sont très correctes et en Français. Si l'on devait faire un classement, notre préférence irait toutefois à Siemens dont le petit fascicule d'initiation est un mini-cours sur les automates programmables très plaisant à lire.

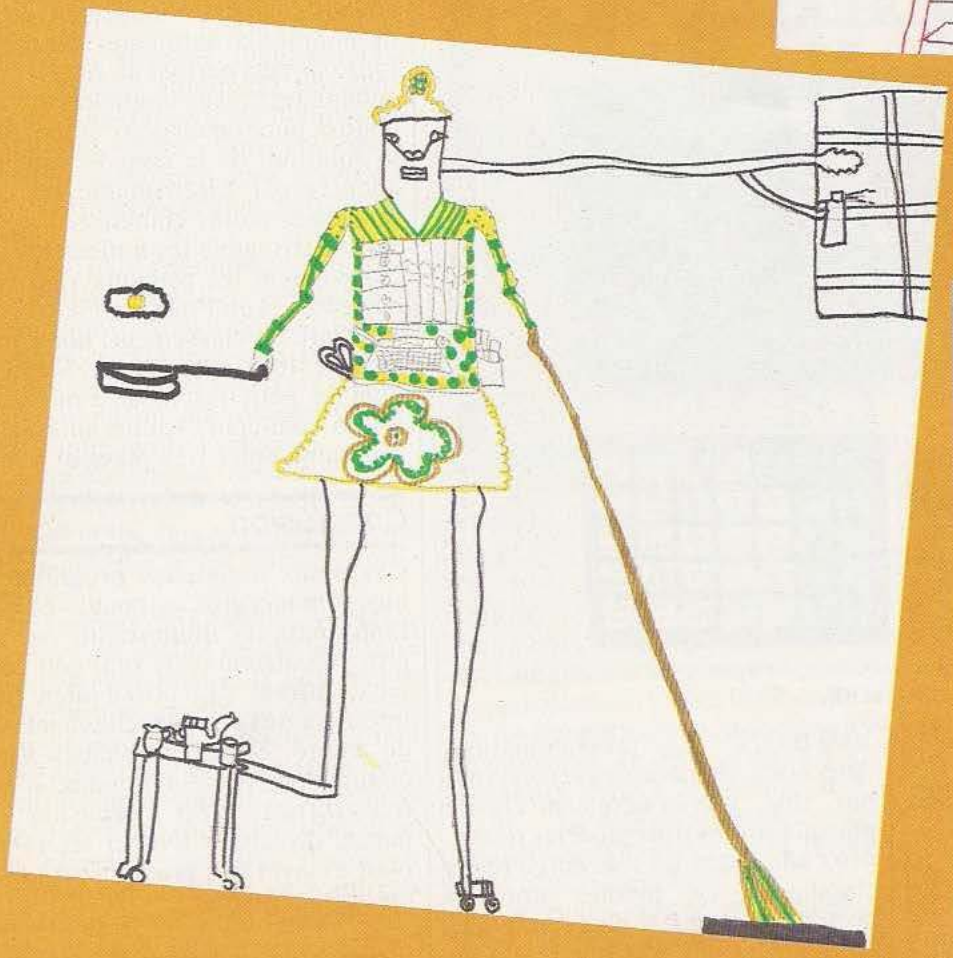
Conclusion

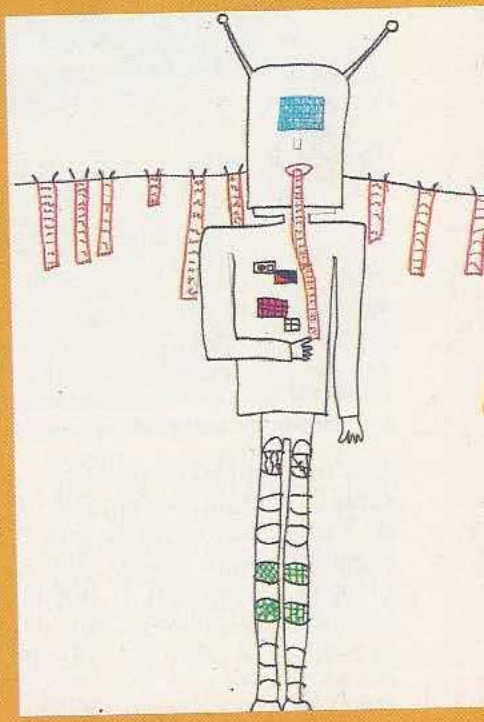
Ces petits automates programmables sont aux gros automates ce que l'informatique domestique est au gros calculateurs. Ils sont peu coûteux, offrent des possibilités très intéressantes et sont faciles à mettre en œuvre. Si vos problèmes s'accommodent de leur nombre d'entrées/sorties, c'est l'occasion ou jamais de laisser tomber les relais pour essayer des produits promis à un brillant avenir.

C. Tavernier

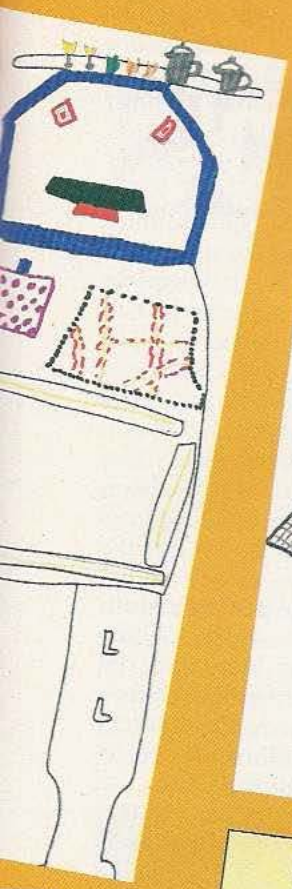
ROBOTS

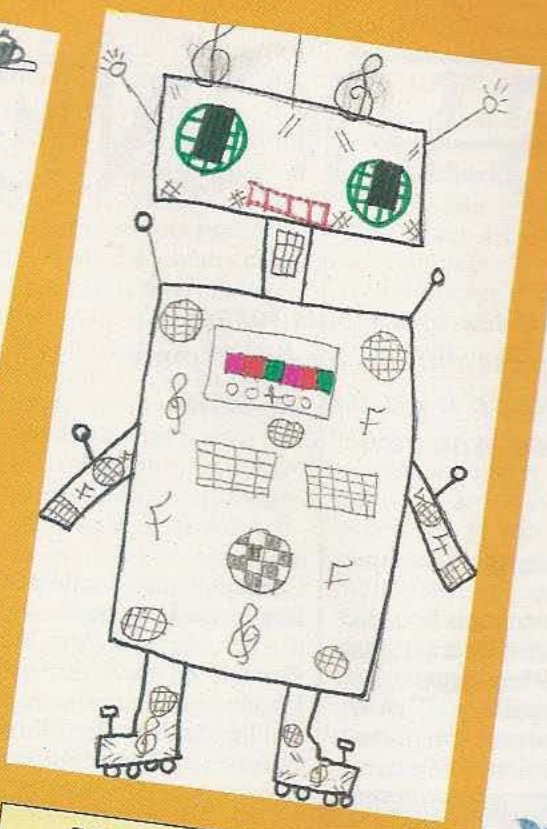


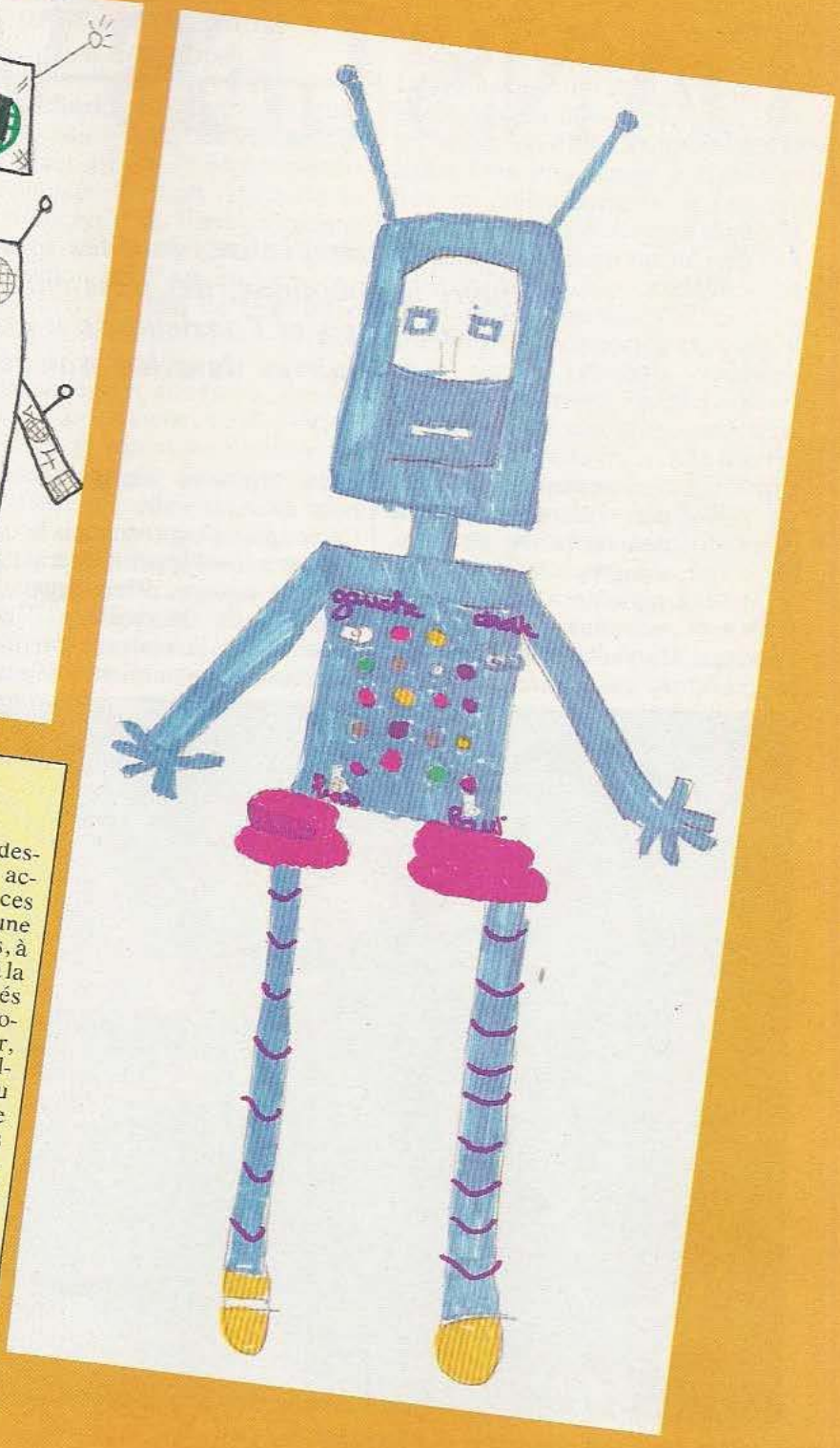




S D'ENFANTS







ROBOTS D'ENFANTS... ENFANTS DE ROBOTS!

«Sans règle et en un quart d'heure, dessiner un robot, de préférence en action.» Nous aurions pu penser que ces enfants de CM2 (10 ans environ) d'une école de Gironde ne se priveraient pas, à travers leurs dessins, de nous rejeter à la figure nos fantasmes d'adultes mâtinés de quelques Goldorak. En réalité, le robot est destiné «à gérer, faciliter, jouer, être consulté, communiquer, aider, aller plus vite». Il est assimilé quelque peu à l'ordinateur : «Le robot est soit une machine, soit un ordinateur. Il agit sans réfléchir» dit David. Il «peut avoir plusieurs aspects : très peu ou pas du tout ressemblant à l'homme». Il peut être «mécanique (engrenage), électrique (piles...) ou électronique (puces...)». Enfin on peut imaginer «des robots qui parleraient, qui penseraient et qui entendraient notre langage». Ici, nous remarquerons que les dessinatrices ont imaginé des robots ménagers qui effectuent toutes les tâches dévolues à maman et qui ne peuvent qu'avoir un aspect féminin... Les robots auraient un sexe?... Toujours est-il que nos enfants verront un jour les enfants de nos robots. Et les robots, que verront-ils?

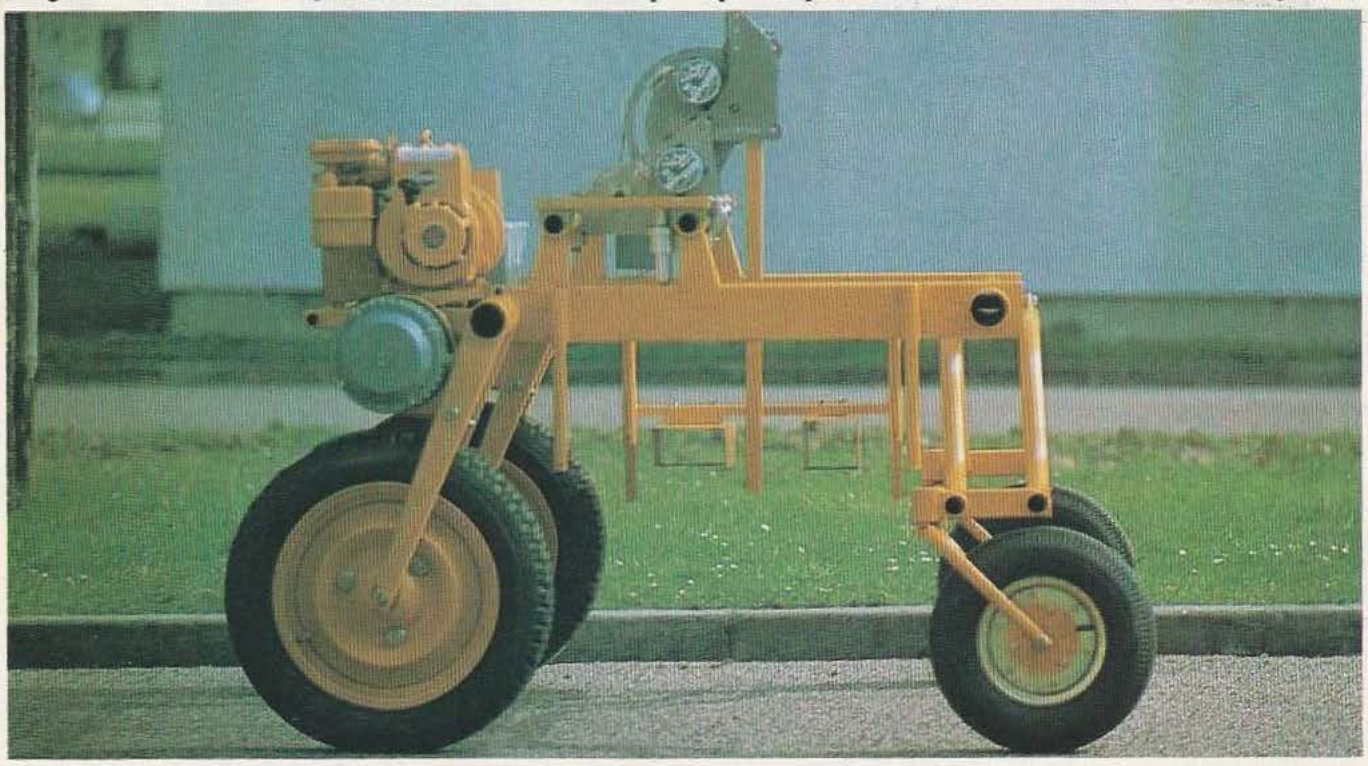
ILS SONT DANS LES VIGNES

Avec les perspectives tous les jours plus larges qu'ouvre la robotique, des pans entiers de l'économie sont concernés et l'agriculture n'est pas de reste : «charrue dans les brancards!»

C'est au mois d'avril dernier que s'est tenu à Marseille le premier congrès de robotique agricole. Pourquoi la robotique agricole et pourquoi Marseille comme lieu du congrès ? A ces deux questions, deux réponses logiques comme nous allons le voir.

Ce congrès s'est tenu dans le cadre du tout nouvel Institut International de Robotique et d'Intelligence Artificielle de Marseille (IIRIAM) dont c'était là une des premières manifestations publiques depuis sa création.

Cet organisme, fondé par le Conseil Régional Provence Alpes Côtes d'Azur, la ville de Marseille, le Conseil Général des Bouches-du-Rhône, la Chambre de Commerce et d'Industrie de Marseille et le Centre Mondial Informatique, a



Le robot ramasseur d'asperges de l'ENSERB. Doc. AFRI

plusieurs vocations toutes liées à la robotique et à l'intelligence artificielle telles que : recherche et développements, formation et enfin information.
Les moyens techniques dont est en train de se doter cet organisme sont importants puisqu'il disposera, dès septembre, d'un VAX 780, d'un VAX 750, d'une machine Lisp et d'automates et de robots industriels. Par ailleurs, un fort potentiel en ingénieurs et en chercheurs et un travail en collaboration étroite avec des universités nationales et internationales permettent de prévoir, sans trop de risque de se tromper, que l'IIRIAM deviendra un pôle de ressources et de compétences en productique, robotique, CFAO, intelligence artificielle et systèmes experts. C'est là le vœu de ses promoteurs et c'est ce que nous lui souhaitons.

Pourquoi l'agriculture ?

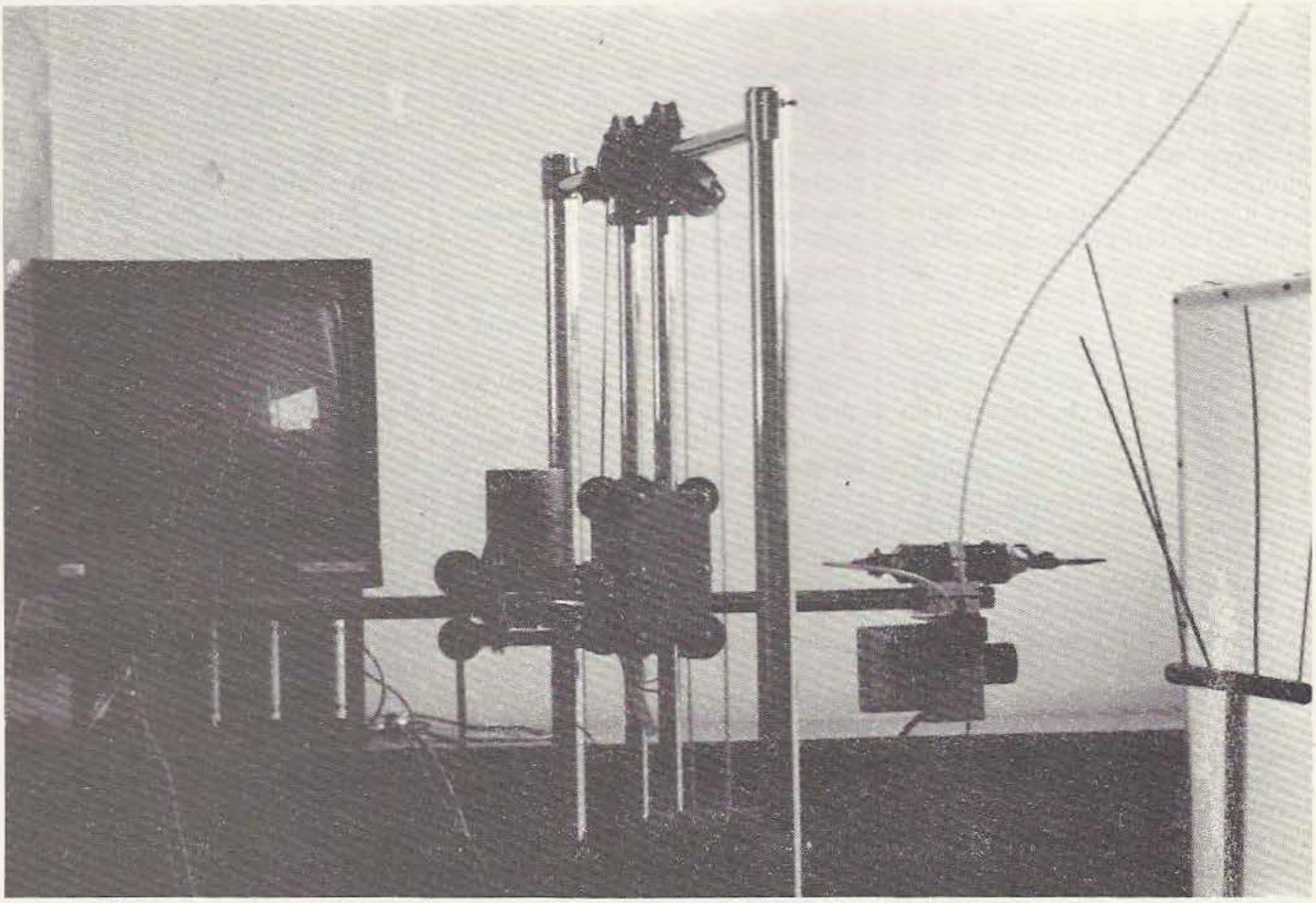
Lorsque l'on parle robotique, on pense immédiatement à des machines industrielles en train de peindre ou de souder des carrosseries de voitures sur une chaîne de production plus ou moins automatisée mais plus rarement, pour ne pas dire jamais, à l'agriculture. Le domaine agricole pourtant est demandeur en matériels robotiques pour de nombreuses applications pour lesquelles le travail à réaliser est pénible mais aussi pour certains domaines où la main-d'œuvre humaine qualifiée est de plus en plus rare et chère.
Ces demandes sont totalement différentes de celles des industriels et les fonctions à réaliser avec un robot agricole sont d'une complexité qui peut être sans commune mesure avec celles demandées à un robot industriel. Indépendamment de ce problème, l'environnement d'un robot agricole est des plus agressifs puisqu'il est soumis à l'humidité, au froid, au chaud, à la poussière et à des manipulations qui ne sont pas toujours réalisées par du personnel compétent (en robotique bien entendu).
Ces quelques problèmes méritaient bien un congrès qui, s'il n'a pas apporté de solution miracle, a au moins eu le mérite de les préciser clairement et complètement.

Les deux aspects de la robotique agricole

L'agriculture, pour tout un chacun, cela se passe dans les champs et c'est à cet aspect du problème auquel on pense lorsque l'on parle de robotique agricole. Il est cependant un autre aspect des choses où la robotisation peut rendre bien des services, c'est celui de l'industrie agro-alimentaire avec tout ce qui touche au traitement, au tri et au conditionnement des fruits, des légumes et de la viande. Ce deuxième aspect de la robotique agricole se rapproche de celui de la robotique industrielle puisque l'on a, à nouveau, affaire à un travail en atelier dans des conditions assez bien définies; en revanche certains problèmes à résoudre restent très liés aux contraintes agricoles : comment manipuler une pêche bien mûre sans la «mâcher» et la rendre impropre à une présentation correcte sur étalage, par exemple ?

Les problèmes

Les problèmes s'avèrent multiples et il suffit d'être un peu observateur et doué de bon sens pour découvrir les plus flagrants. Il y a tout d'abord un problème de poste de travail; en effet, alors qu'en robotique industrielle, on imagine facilement des objets passant devant un robot installé à poste fixe, en agriculture il faut penser autrement et prévoir de faire déplacer le robot très souvent pour atteindre ses divers postes de travail. Ces déplacements peuvent être discontinus, comme dans le cas de cueillettes de fruits sur un arbre, ou quasi continus, comme dans le cas de la taille de la vigne. Cela conduit à dégager trois classes de robots : les robots capables d'effectuer des actions automatiquement après avoir été amenés sur leur lieu de travail grâce à une intervention humaine; les robots capables de se déplacer automatiquement mais qui laissent à l'homme le soin de faire le travail et enfin les robots de la troisième catégorie (les plus intéressants) qui peuvent se mouvoir et travailler seuls.
Le problème du déplacement est généralement double; en effet, outre le fait qu'il faut pouvoir reconnaître l'environnement parfois très flou en milieu agricole, il faut résoudre des problèmes mécaniques liés à l'évolution sur un sol inégal et de caractéristiques variables en fonction de la météo.
Une fois ces problèmes exposés, il reste encore plusieurs décisions cruciales à prendre. En effet, vaut-il mieux réaliser une grosse machine sachant tout faire mais, à la fois rapide et performante, pour pouvoir être rapidement rentabilisée ou faire une multitude de petites machines économiques aux fonctions plus spécialisées et d'un coût moindre. Dans ce dernier cas, se posera alors le problème de l'interaction des machines dans le champ qui imposera soit un superviseur humain évitant les «conflits», soit un procédé de dialogue (par radio par exemple) entre machines afin que chacune ne s'occupe que d'un territoire bien défini.
Un autre problème fondamental de la robotique agricole est celui de la vision. Nous l'avons déjà un peu évoqué en parlant de prise de conscience de l'environnement, mais il faut aussi l'évoquer dans le cas de travaux précis à effectuer. Un très bel exemple peut être donné avec le problème de la taille de la vigne qui, si on veut la pratiquer suivant les méthodes «humaines» actuelles, nécessite des prises de vues tri-dimensionnelles avec analyses de position d'une complexité considérable.
Ce problème de la vision se retrouve en robotique agro-alimentaire où il est compliqué par l'entrée en jeu de notions de couleurs. En effet, pour décréter qu'un fruit est mûr et qu'il rentre dans telle ou telle



Le projet Bacchus en phase expérimentale : un nom, pour le moins, bien choisi. Doc. AFRI

catégorie commerciale, il faut être à même d'analyser sa couleur mais aussi les variations localisées de celles-ci pour déceler, par exemple, la présence des taches.

Toujours dans le domaine de l'agro-alimentaire, et indépendamment de ces notions de couleur, interviennent avec acuité des problèmes de toucher, particulièrement mis en évidence dans le cas de la découpe de la viande, par exemple, où il est très difficile de remplacer le toucher du boucher qui, à partir de la seule réaction que lui renvoie son couteau, est à même de savoir s'il coupe du «gras» ou du «maigre», ou s'il touche ou non un os...

Ces problèmes de toucher et de vision sont très souvent compliqués par le fait qu'il est nécessaire de respecter l'intégrité d'aspect du produit à analyser. Voir si une pomme est mûre est assez facile en la piquant et en analysant la teneur en sucre de sa pulpe, mais il reste impératif de ne pas la marquer en opérant de la sorte, ce qui n'est pas le cas, pratiquement.

Enfin, dernier point commun à la robotique agricole et agro-alimentaire, celui du rendement. Il est possible de réaliser des machines capables de remplir un certain nombre de fonctions dans les deux domaines précités, encore faut-il que ces machines, généralement fort chères, soient rentables, or c'est loin d'être le cas pour certaines études compte tenu des cadences de fonctionnement qu'il faut atteindre. Si l'on prend l'exemple du tri des fruits, un opérateur humain normal trie environ 5 fruits par seconde; ce qui laisse peu de temps à une machine réalisant sur chaque fruit une mesure colorimétrique sur toute la surface.

Des solutions multiples

Si les problèmes posés, pour peu que l'on s'en tienne à leurs caractéristiques générales, sont communs à toutes les applications de la robotique agricole, il n'en est pas de même des solutions et l'on peut presque affirmer que chaque type de culture fait appel à une solution particulière.

Le problème du positionnement du robot par rapport à son environnement, par exemple, peut être résolu très facilement dans le cas du ramassage des asperges; en effet les asperges sont cultivées sur des buttes de formes trapézoïdales bien définies qu'il est facile de faire enjamber par une machine à roues se guidant alors en utilisant les flancs inclinés de la butte. C'est le cas pour un robot ramasseur d'asperges mis au point à l'ENSERB (Ecole Nationale Supérieure d'Electronique et de Radio Electricité de Bordeaux) qui se déplace sur les buttes au moyen d'un système de guidage à ultra-sons.

La taille de la vigne fait également partie des applications où le guidage du robot reste assez facile puisque les ceps de vigne sont disposés selon un alignement quasi géométrique sauf dans certains vignobles situés à flanc de coteaux où le problème est plus ardu.
Pour les travaux nécessitant des déplacements réguliers dans un champ (labour, fauchage, etc.) supposé rectangulaire, des procédés de guidage existent, soit par faisceau laser avec capteur optique et asservissement au niveau du «tracteur», soit en faisant déplacer par le tracteur lui-même un fil sur lequel il se guide par rapport au travail déjà accompli. Dans ces deux cas, il est évident que la forme du champ doit être la plus géométrique possible; par ailleurs, le problème du demi-tour en bout de sillon peut compliquer sérieusement le guidage. Ainsi, dans la machine à ramasser les asperges que nous évoquions, a-t-il été nécessaire d'inclure un compas magnétique (mais oui !) pour qu'elle puisse faire des demi-tours corrects en bout des «buttes».
Les problèmes de vision peuvent être résolus avec des caméras, bien sûr, mais c'est grâce à l'avènement récent des dispositifs CCD (Charge Coupled Devices : dispositifs à transfert de charge) que l'on peut sérieusement envisager une utilisation de ces appareils en milieu agricole. Les caméras CCD sont en effet très peu fragiles (pas de tube comme dans les caméras vidéo normales), sont non-rémanentes ce qui permet d'obtenir des images précises même pendant le déplacement du robot et se prêtent bien à une digitalisation des signaux qu'elles délivrent, digitalisation indispensable pour un traitement numérique de l'information.
Toujours dans ce domaine de la vision, mais pour parler colorimétrie cette fois, les fibres optiques permettent de capter de façon satisfaisante la couleur d'un fruit sur la majorité de sa surface; couleur que l'on peut ensuite analyser de façon fine et qui, selon le spectre présenté, permettra de dire avec quasi certitude si le fruit est mûr ou non.

Lorsque la résolution de certains problèmes est trop complexe pour pouvoir être abordée directement par un robot, il reste, comme l'a fait le CEMAGREF (Centre d'Etude de la Machine AGRicole des Eaux et Forêts) à adapter la nature au robot... Ce fut le cas dans le domaine particulier de la taille de la vigne, où, après avoir étudié les diverses méthodes de taille, cet organisme devait conclure à une trop grande complexité d'analyse d'image et de prise de décision. Le CEMAGREF a donc mis au point un nouveau procédé de taille de la vigne — qui semble donner satisfaction — mieux adapté que les autres à une taille robotisée. A quand les poules pondant les œufs carrés pour en faciliter le conditionnement ?...
Dans ce même ordre d'idées, et afin de pouvoir robotiser des fonctions très délicates telles que la cueillette des pêches par exemple, des méthodes nouvelles sont expérimentées avec la possibilité de faucher de jeunes pêchers comme de la vulgaire herbe. Pour d'autres fruits, capables de flotter, des expériences d'inondation de champs ont été réalisées afin de faciliter ensuite le ramassage des fruits par des moyens mécaniques.

Haute technologie et bricolage

Ainsi que nous venons de le voir, des techniques très diverses sont mises en œuvre pour aboutir. Certaines relèvent des technologies les plus récentes et la majorité des robots en cours de développement font largement appel à la micro-informatique et aux microprocesseurs. Il serait difficile de faire autrement dans le cas du robot ramasseur d'asperges qui doit pouvoir détecter un turion (tête d'asperge émergeant du sol sur 1 ou 2 centimètres) sans le confondre avec les irrégularités de la surface du sol qui sont à peu près de la même taille. Un traitement d'image sur microprocesseur est absolument nécessaire dans ce cas pour aboutir.
Paradoxalement, ce n'est pas la haute technologie qui fait défaut en robotique agricole, c'est plutôt l'absence d'outils ou d'accessoires particuliers. Ainsi, en agro-alimentaire, est-il très difficile de concevoir un outil capable de maintenir une volaille pendant sa découpe sans retarder trop celle-ci ou la rendre imparfaite. La résolution de ce genre de problèmes relève plus du bricolage (au sens noble du terme) que de la théorie et passe par l'invention de nouveaux outils (dans le cas de la volaille, une sorte de parapluie introduit dans le derrière de la bête et se déployant à l'intérieur de celle-ci fait, paraît-il, merveille !).
Enfin, et pour en terminer avec cet aspect des choses, il est peut-être nécessaire de repenser certains modes de travail ou de culture afin de permettre une robotisation plus facile, même si cela «fait mal au cœur» et déclenche une certaine répulsion dans le monde agricole qui, comme chacun sait, reste un monde de respect des traditions.

Conclusion

Elle est double et dictée par le bon sens à la lecture des lignes qui précèdent. La première remarque est qu'il reste beaucoup de travail à faire en robotique agricole dans de très nombreux domaines et, ce, d'autant plus que toutes les études qui nous ont été présentées n'ont pas fait l'objet d'expérimentations en vraie grandeur sur le terrain. La deuxième est qu'il ne faut pas chercher à robotiser à outrance ce domaine car certaines activités ne s'y prêtent pas ou alors tellement mal que le travail exécuté par un robot serait infiniment plus coûteux que celui effectué par un homme. Enfin, mais ce n'est pas propre à la robotique agricole, se pose le problème du chômage et de la reconversion nécessaire qu'il faudra envisager avant que les robots n'envahissent nos campagnes. L'agriculteur de 1984 est déjà chimiste (pour les engrais et pesticides) et gestionnaire, celui des années à venir sera-t-il, en plus, roboticien ?

C. Tavernier

RENAULT AUTOMATION

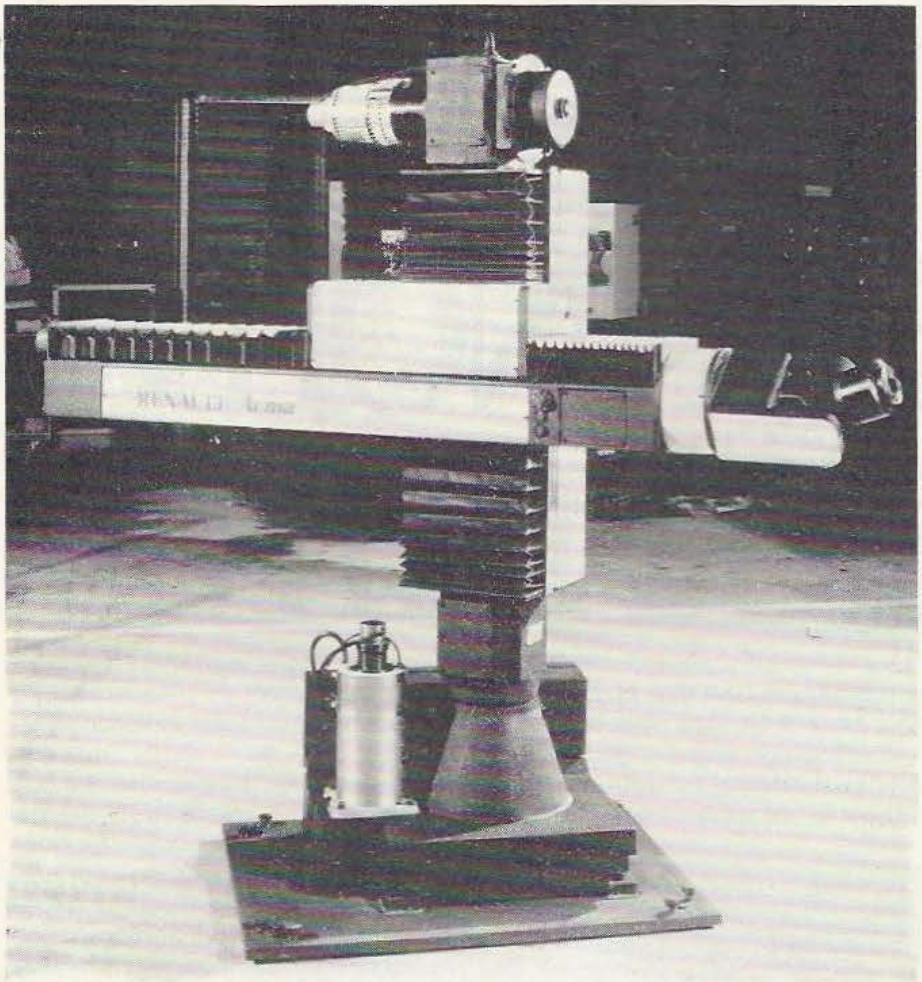
LE MOTEUR R.A.M.

Au sein du projet R.A.M., Renault Automation a choisi la branche «Services Domestiques». Quelles en seront les implications ?

Au chapitre des Robots, Renault Automation s'est donné les moyens de tenir la dragée haute à bien des constructeurs étrangers. Au-delà de la diversification des produits industriels, qui s'amorce avec le robot TH 8 «tout électrique», Renault pointe dans deux domaines nouveaux : le robot de formation avec Sirtès d'une part, et le robot de services domestiques pour lequel le constructeur s'est engagé comme chef de file dans le cadre du projet R.A.M. (Robots Autonomes Multiservices).
Olivier Schaeffer, responsable de la communication, nous explique les raisons de ces engagements.

Quelles sont les ambitions de R.A. au sein du projet R.A.M. ?
La raison essentielle vient du fait que ce projet correspond tout à fait à l'état d'esprit et aux démarches que nous adoptons face aux nouveaux produits : nous l'appelons la «démarche produit». Celle-ci implique toute une série de considérations : au niveau technique, cela consiste à gérer la recherche et le développement en fonction d'une maîtrise des coûts mais aussi, dans une phase préliminaire, à identifier les besoins des utilisateurs afin de créer un produit à caractère générique débouchant sur un cahier des charges bien élaboré.
La recherche et le développement doivent se préoccuper, dès le stade de la conception technique des moyens de fabrication à mettre en œuvre et des caractéristiques du produit final — le prix en particulier. Ainsi, à l'issue de cette phase, il faut fixer les caractéristiques afin de pouvoir aller de l'avant dans le chemin de la fabrication. Concernant l'industrialisation, cette «démarche produit» se résume à engager des investissements correspondant à la durée du cycle de vie du produit mais aussi à tenter de profiter des effets d'expérience et des économies d'échelle. Le but de tout cela est bien de réaliser un produit industriel, stable et à un coût le plus bas possible.
Dans le cas du robot de services domestiques, c'est précisément l'identification concrète qui en est faite, qui nous intéresse ; et puisqu'il est destiné au grand public, il permet de prendre en compte les notions de fabrication en grande série et de prix de revient. De plus, comme sa conception ne se fera que grâce à des innovations technologiques, nous pensons pouvoir bénéficier de transferts, apprendre ainsi beaucoup de choses tout en apportant à ce projet notre propre savoir-faire. Enfin, comme ce robot ne rentre pas dans un champ concurrentiel, nous pourrons, avec nos partenaires, avoir des échanges d'informations d'ordre technologique ; ce qui n'est pas toujours le cas par ailleurs.

Concrètement, avez-vous des exemples de robots de service à présenter ?
La finalité du produit qui s'inscrit dans le cadre de R.A.M. reste à définir ; ce n'est pas encore fait au-



Le robot électrique TH 8 d'Acma robotique.

jourd'hui. Pour l'heure, Renault Automation est engagé dans le court et moyen terme sur le développement de produits et de gamme de produits qui lui sont nécessaires. La robotique domestique n'aura un marché important que dans la prochaine décennie et, donc, les investissements ne peuvent se faire sur tous les secteurs en même temps.
Si l'on regarde autour de nous, il n'y a pas de robots similaires, pas encore de marchés ni d'expérience accumulée ; donc, tout est à faire et, dans un premier temps, identifier les besoins. Bien sûr, nous sommes conscients qu'il faut être dès à présent sur ce créneau, sans attendre les américains ou les japonais, afin de pouvoir répondre à une demande qui pourrait être soudaine. Cela dit, les cadres de coopération et d'investissement ne sont pas encore fixés au sein du projet R.A.M., ils dépendront du produit que nous déciderons d'élaborer.

Cette ouverture à la coopération extérieure est-elle le fait d'une nouvelle politique, régissant Renault-Automation pour l'ensemble de ses activités dans la productique ?

L'ouverture vers l'extérieur est notre meilleur atout pour rester compétitif. Nos produits sont d'ailleurs de plus en plus vendus en dehors du groupe.
Concernant R.A., nous offrons aujourd'hui trois types de prestations qui correspondent à trois approches que font les clients.
Ainsi certains d'entre eux achètent des produits qu'ils mettent ensuite en place sans faire appel à nous : nous devons donc pouvoir leur offrir les plus larges gammes de produits pour couvrir, si possible, les grandes composantes de la productique - de la C.F.A.O. à la maintenance - et cela, pour chacune des principales fonctions de l'entreprise. Afin de prévoir cette demande de produits divers, nous avons été appelés à passer des accords avec des sociétés extérieures : Merlin-Gérin dans le domaine des automates programmables, Matra dans celui de la C.F.A.O. et la société américaine Coherent qui est le leader mondial des lasers industriels. Notre seconde démarche est celle de constructeur assemblier. Elle consiste à fournir à nos clients la réalisation clé-en-main d'un processus de fabrication qui peut aller, dans certains cas, jusqu'à la prise en responsabilité des critères de production. Bien sûr, nous ne pouvons assumer cela dans tous les domaines mais uniquement dans ceux que nous connaissons le mieux, à savoir la mécanique proche de l'automobile, l'armement, la robotique, etc...
La troisième prestation que nous offrons fait appel à notre expérience dans l'automatisation. Nous sommes, dans ce cas précis, des partenaires et des ingénieristes : il s'agit de mettre en place une de nos équipes, qui discutera avec l'équipe du client — qui, elle, connaît son process de production — ainsi, nous pouvons intervenir dans tous les secteurs.

Quelle est la place de Renault Automation dans le contexte international ?

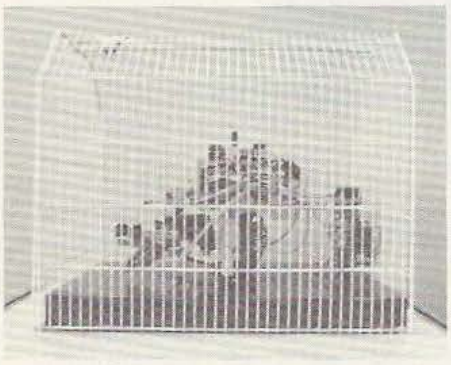
En 83, le chiffre d'affaires s'est élevé, pour nos activités productiques, à 1,6 milliard de francs avec un effectif de 3200 personnes. Dans le domaine des automates, nous sommes les 6e au plan mondial et les 2e au plan européen.
De même, dans le domaine des robots, nous sommes le 3e groupe européen et le 6e mondial.
Aujourd'hui, certaines personnes disent qu'en France le marché de la robotique nous échappe. En fait, le marché tout comme les produits sont encore devant nous : il n'est pas sûr que nous soyons en retard !

LES CYBERNOID AU BESTIAIRE!

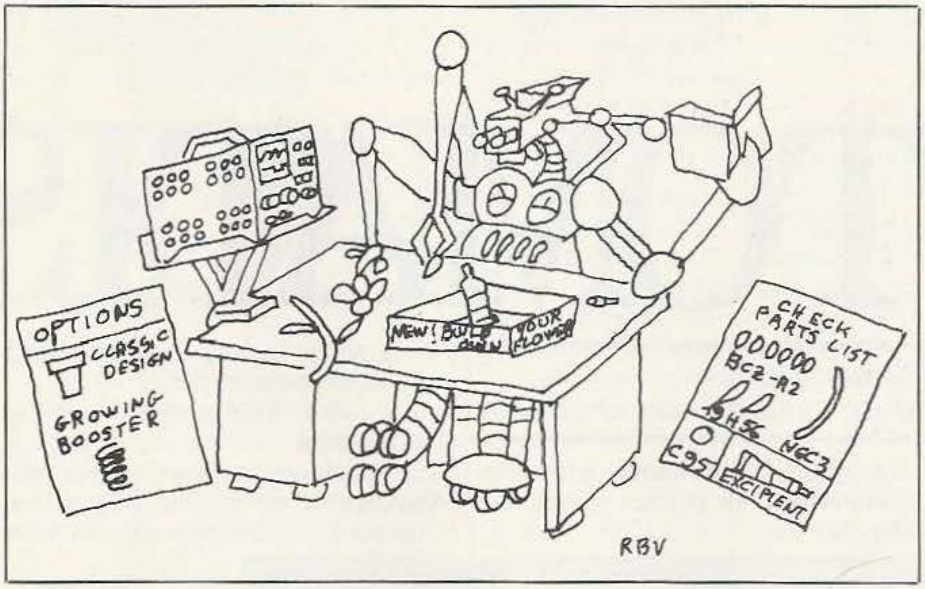
Actuellement «Cybernoïd» est un petit robot en Lego, bien connu des lecteurs de la revue et des visiteurs du «Salon de la Maquette et du Modèle Réduit» et de la «Foire de Paris». Cette petite bête engendrera-t-elle une descendance ou bien n'est-ce, déjà, que le dernier et seul représentant de l'espèce? Vous le saurez peut-être en lisant ces quelques lignes.

Aide-toi et un Cybernoïd t'aidera

Depuis que l'homme a pris l'option de se tenir debout pour partir à la découverte du monde qui l'environnait, il lui a fallu des outils pour «dialoguer» avec la nature et «s'intégrer» à l'environnement. Les guillemets s'imposent car comme, on le devine, les premiers contacts ne furent pas encombrés de grandes considérations intellectuelles, et la seule subtilité développée s'investissait dans la conception d'outils qui assureraient la plus grande rapidité ou la plus grande brutalité.
Le besoin d'outils est toujours présent et notre conception du monde nous a amené, heureusement, a plus de discernement dans le respect des choses, des hommes et de notre environnement. Au fur et à mesure que le monde «spirituel et technique» devenait plus complexe et les règles d'intégration plus subtiles, les outils ont, semble-t-il, atteint un



maximum d'efficacité et offrent le flanc, bien souvent, à quelques reconsidérations.
Ces réflexions critiques impliquent, pratiquement à égalité, d'une part, la nature même de l'outil — c'est un objet produit pour un éventail d'application — et, d'autre part, la façon de l'utiliser rationnellement : chacun le perçoit d'une certaine manière et la qualité de l'usage oscille largement entre la maladresse et la créativité.
Dans ces deux cas, que ce soit la nature de l'outil ou la perception de son usage, on voit qu'il manque une certaine dimension à l'équilibre des relations entre l'homme, l'outil et l'environnement.
Cette dimension est celle de «l'intelligence» de l'outil, de son «adaptativité», intermédiaire entre l'homme et la réalisation de son projet, qui l'aide dans ses réflexions et effectue les tâches de routines. En ce moment on voit apparaître des générations de machines informatiques et robotiques tendant de façon très satisfaisante vers ces fonctions. Mais leur réalité n'est pas encore bien perceptible de façon concrète et affective dans l'ensemble de la société. La diversité des fonctions et des équipements en font un concept quelque peu abstrait.
On voit donc se définir les caractéristiques d'une case à garnir avec «un objet» (en terme de media, je crois que la désignation «outil» serait peu heureuse... Mais c'est dit!) matérialisant et synthétisant le projet de mutation de notre société.
Cet «ambassadeur technologique», je l'ai appelé «Cybernoïd» ce qui désigne à la fois le concept, le projet et les produits qui en découleront.
Utilisé dans un cadre pédagogique ou dans l'univers du travail, Cybernoïd sera le catalyseur de votre soif de connaître, l'amplificateur de votre créativité ou le conseiller et partenaire infiniment disponible.
Maintenant que le décor est planté,



faisons fonctionner le plus formidable instrument de recherche et de prospective connu à ce jour : rêvons !

Maman, les petits Cybernos ont-ils des jambes ?

Aujourd'hui, ne pas faire de prospective, c'est accepter de prendre un retard considérable (de lapin) dans les technologies de demain. Et quand je dis «demain» c'est bien (presque) la définition de «24 heures». Nous ne sommes plus au temps de Jules Vernes où demain (à la dimension du lecteur) se projetait en un siècle futur, évacuant ainsi et hypocritement les aléas d'une mutation (l'on se disait pourtant moderniste).

Or donc, aujourd'hui, nous y sommes : que sera «Cybernoïd» demain (disons après-demain, au maximum ; pour l'heure du petit-déjeuner par exemple).

«Cybernoïd» ressemblera à une nouvelle forme d'animal en évitant cependant une référence trop précise à une forme de vie existante pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïté d'aspect et que sa structure technologique soit bien identifiable. Même si, profitant de l'évolution des biotechnologies, il doit, çà et là, être constitué «d'éléments de synthèse» non électro-mécaniques.

Il parlera, sans doute, et vous écoutera avec attention. Doté des capteurs et effectueurs classiques de la robotique, il sera très à l'aise dans ses mouvements et ses déplacements.

On peut déjà voir un certain nombre de machines «ambulantes» (électromécaniques ou pneumatiques) qui vont du «monopode sauteur» à «l'héxapode» en passant par le mille-patte. Je dis bien «en passant par le mille-patte» car combien de «modèles» ont dû se faire écrabouiller dans de maladroites expériences comparatives.

Mais sa caractéristique principale ne sera pas seulement son autonomie ; ce sera surtout «sa conscience de l'ensemble» au plan à la fois local et lointain, pour une meilleure intégration de l'action ou du conseil.

Sa fonction sera de rassembler tous les moyens de traitement informatique nécessaires pour effectuer une tâche ainsi que des moyens de communication avec d'autres «Cybernoïd» ou des «services informatiques statiques» pour lesquels une participation s'avère nécessaire.

Il pourra s'assimiler à une sorte de boîte à outils ambulante qui saura vous rappeler à la fois la procédure de démontage de la machine à laver pour accèder à tel élément pendant qu'il entrera en contact avec un Cybernoïd magasinier pour passer commande des pièces nécessaires à la réparation. Ou bien, encore, il vous attendra avec la boîte à pharmacie en bas de l'escabeau, si vous accrochez un tableau au mur, attentif à la manifestation «des premières douleurs». Mais sa vraie nature sera, si vous êtes vraiment trop maladroit, de «morfler» à votre place (j'en connais actuellement qui, sous prétexte de «libération», le font faire par leur femme).

Au bureau, à l'atelier ou à la maison, il y aura des formes plus ou moins spécialisées de «Cybernoïd» afin de vous aider à traiter les fastidieux détails d'une application quelconque en vous laissant l'initiative et la création du projet. Il pourra également arbitrer certains problèmes de choix dans des limites que vous aurez définies, vous assister en présentant des éléments de réponse (tout en vous laissant l'avantage du choix final), vous conseiller en évaluant le succès des diverses hypothèses.

Les Cybernoïd n'entendent pas se substituer aux animaux connus, leur ravir l'affection des hommes, ni trop les imiter dans leur aspect, mais bien être des machines nouvelles qui, cependant, ne peuvent manquer de s'en inspirer (demandez le Cybernoïd, le vrai, méfiez-vous des imitations).

Pour donner une définition du «Cybernoïd» par rapport au «robot», disons que la «robotique» est une discipline créant et étudiant «des robots» et les «Cybernoïd» sont des robots au sens ou un «chat est un chat» ce qui ne l'empêche pas d'être un animal... La «cybernoïdotique» n'est encore ni une science ni une manie. On attend les premiers spécimens pour la classer.

Cybernoïdoticiens à vos projets ! Demain le Cybernoïd compagnon de l'homme... Pourquoi pas !

Mais n'oubliez pas cette bonne vieille «Lapalissade» : Demain passe par Aujourd'hui.

Marc Rembauville

L'AUTOMATISA

L'automatisation recouvre un très large domaine allant du poste de travail à l'usine entière. Les technologies utilisables dépendent donc d'un certain nombre de critères parmi lesquels nous citerons :
— la nature du processus à automatiser;
— la complexité;
— la quantité de systèmes à automatiser.

Classification

Le tableau 1 établit la classification des systèmes automatiques, en deux grandes branches. L'une pour les systèmes digitaux, l'autre pour les systèmes linéaires.

Organisation d'un système automatisé

Un système automatisé industriel comporte deux parties principales (fig. 1a) :
— la partie opérative ou automatisée à proprement parler;
— la partie commande ou cerveau du système.
La machine ou partie opérative exécute le travail et, de ce fait, comporte les actionneurs mais aussi les capteurs d'information. La partie commande assure la détection des informations issues des capteurs, le traitement de ces informations via des cycles combinatoires et des cycles séquentiels. Elle assure aussi l'interface avec les actionneurs. A ces deux parties on peut ajouter la partie dialogue Homme-Machine (roues codeuses, voyants, afficheurs, claviers, etc.) qui prend de plus en plus d'importance et qui mérite d'être séparée de la partie commande sur le plan structurel.

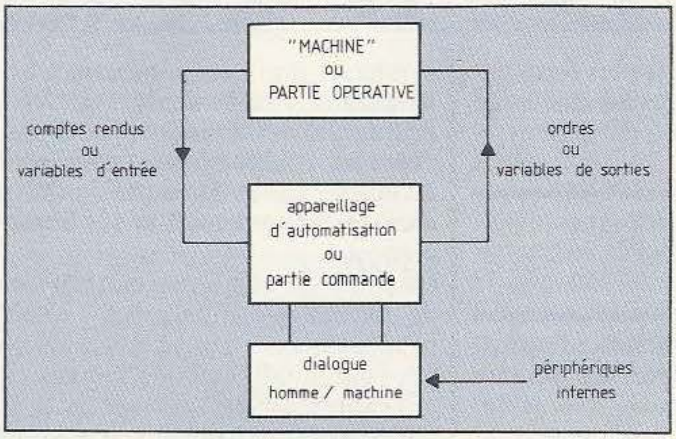


Figure 1a. La partie commande et la partie opérative d'un système automatisé.

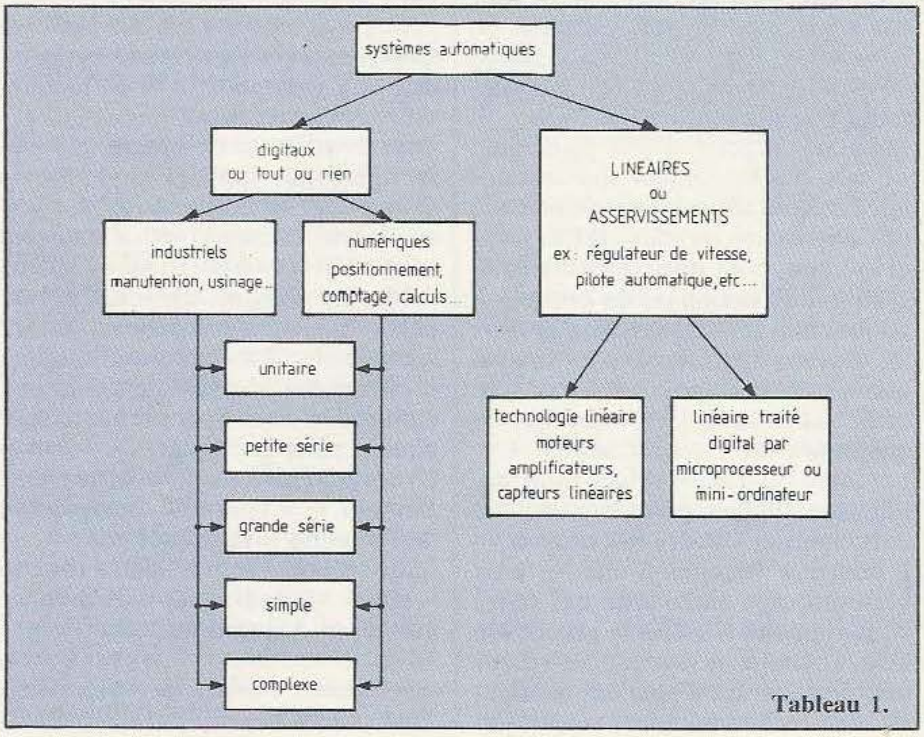


Tableau 1.

Les diverses technologies possibles

Les parties «commande» des systèmes automatisés font appel aux technologies suivantes :
— hydraulique;

— pneumatique;
— relais électromécanique;
— électronique câblée modulaire

ATION

ou non;
— électronique programmée
• automate programmable,
• séquenceur microprogrammé
• microprocesseur,
• micro ou mini-ordinateur ou ordinateur.

Le choix d'une technologie

Dans le tableau 2 sont répertoriées les technologies possibles selon les types de systèmes industriels.

— un automate central ou cœur du système, muni d'interfaces d'entrée et d'interfaces de sortie;
— un ensemble de périphériques internes assurant des fonctions annexes pour l'automate central (comptage, temporisation, etc.);
— un ensemble de «bus» de transmissions (données d'entrée, de sortie, «bus» interne de contrôle ou de périphériques). Ce terme de «bus» est utilisé dès maintenant afin d'en généraliser la notion (même si cela peut paraître abusif).

Dans un même automate, on peut trouver diverses technologies mises en œuvre : capteurs mécaniques, pneumatiques, électriques ou électroniques, actionneurs mécaniques, électriques ou pneumatiques (moteurs, vérins, etc.); automate central pneumatique, électromécanique ou électronique.

Les interfaces ont pour rôle d'adapter capteurs et actionneurs à l'automate central et sont souvent intégrées à ce dernier. L'automate central est souvent réalisé dans une seule technologie. Nous nous intéresserons ici aux automates centraux électroniques. Comme le montre la figure 1b, l'automate central comprend deux parties essentielles :
— une partie de logique combinatoire (à l'entrée et à la sortie), c'est-à-dire une partie assurant des fonctions ne dépendant que de la combinaison des informations (d'entrées ou de sorties) encore appelée alphabet (d'entrée ou de sortie) et, ce, quelque soit l'ordre d'arrivée de ces informations;
— une partie de logique séquentielle assurant des fonctions à la fois de l'alphabet d'entrée lorsqu'elle est réceptive à l'une de ses combinaisons d'une part, et des états antérieurs d'un certain nombre de variables internes (ou dites secondaires) et définissant l'étape amont (ou antérieure). Nous reviendrons sur

Technologie	Type de systèmes
Hydraulique Pneumatique	Industriels à sécurité intrinsèque
Relais	Industriels simples, unitaire et petite série avec technologie opérative commande unique
Electronique câblée (1)	Industriels simples petite série ou complexes
Electronique programmée : - automate programmable - microprocesseur (2) - mini-ordinateur	Complexes ou numériques ou grande série (1 et 2 seulement)

Tableau 2.

Structure d'un automatisme

Si l'on veut compléter l'organisation Partie Opérative/Partie Commande, on peut dire qu'un automate est constitué de 5 grandes parties (fig. 16) :
— des capteurs ou organes d'entrée;
— des actionneurs ou organes de sortie;

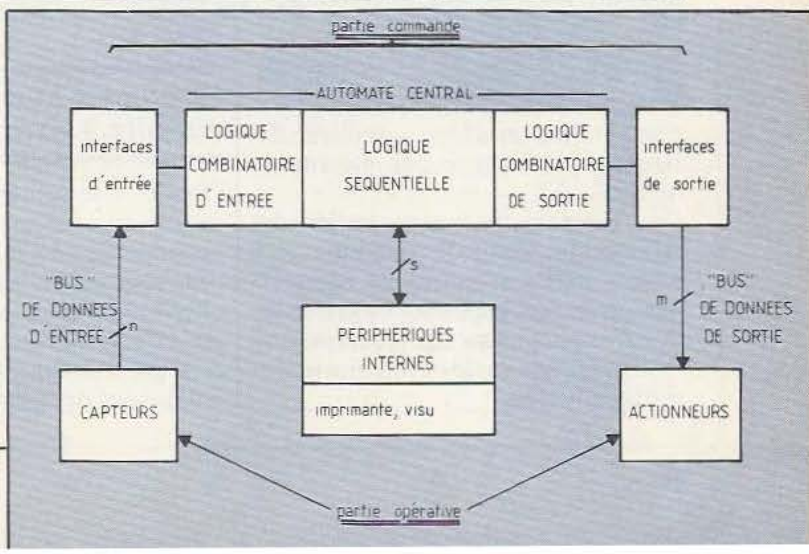


Figure 1b. Le synoptique d'un automate industriel.

ces notions de réceptivité ou d'étape qui demandent à être complétées. On représente souvent la notion de machine séquentielle à l'aide des modèles de Moore ou de Mealy. Dans le cas général, une machine comprend (fig. 2) :

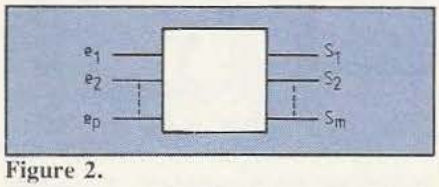


Figure 2.

— un alphabet d'entrée ou de variables primaires :

$$E\{e_1, e_2 \ldots e_p\}$$

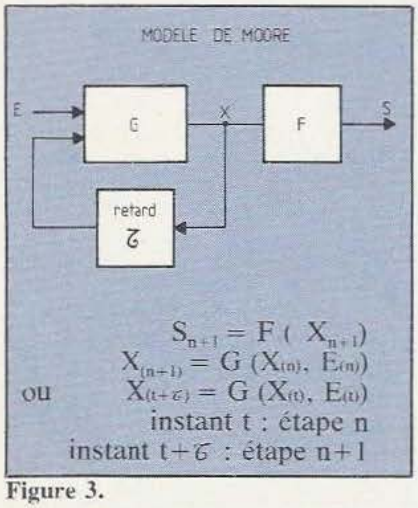
un alphabet de sortie :

$$S\{S_1, S_2, \ldots S_m\}$$

— un alphabet de variables internes ou dites secondaires (ou mémoires) :

$$X\{x_1, x_2, \ldots x_k\}$$

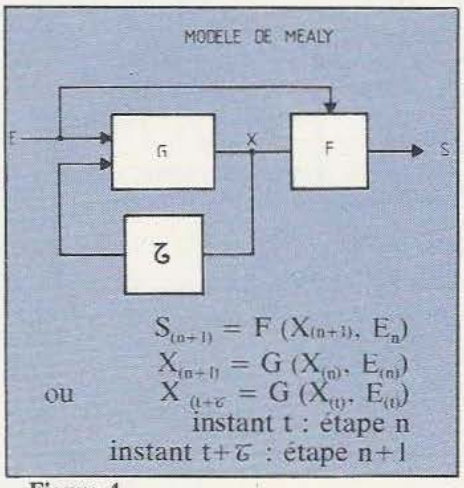
En affectant de l'indice n les divers états avant une transition (évolution du système de l'étape n à l'étape n+1) et n+1 les divers états après cette transition, on peut écrire les équations visibles en figures 3 et 4.



$$S_{n+1} = F(X_{n+1})$$
$$X_{(n+1)} = G(X_{(n)}, E_{(n)})$$
ou $$X_{(t+\tau)} = G(X_{(t)}, E_{(t)})$$

instant t : étape n
instant t+τ : étape n+1

Figure 3.



$$S_{(n+1)} = F(X_{(n+1)}, E_n)$$
$$X_{(n+1)} = G(X_{(n)}, E_{(n)})$$
ou $$X_{(t+\tau)} = G(X_{(t)}, E_{(t)})$$

instant t : étape n
instant t+τ : étape n+1

Figure 4.

Ces deux modèles sont théoriques mais peuvent expliquer le fonctionnement de machines réelles de structure différente car justement réelle.

Ces deux parties essentielles de l'automate central, combinatoire d'une part, séquentielle d'autre part, sont réalisées avec des circuits intégrés plus ou moins complexes :

— SSI (single scale of integration) : portes diverses

— MSI (medium scale) : assemblage de portes, bascules, compteurs, etc.

— LSI (large scale) : assemblage de registres, de compteurs, etc. pour réaliser une fonction complexe.

Notons que cet aspect modulaire de l'automate central n'est pas propre à la technologie électronique intégrée : en effet il existe des familles de circuits logiques pneumatiques, électriques et électroniques modulaires. Ces familles sont moins complètes que celles de circuits intégrés mais sont en général plus faciles à mettre en œuvre pour de très petites séries d'automates (structure embrochable par clips ou faston). Citons par exemple et de façon non exhaustive :

— familles modulaires pneumatiques : Climax, Crouzet, Télémécanique;

— familles modulaires électriques ou électroniques : Sprint Logic de Alspa, Statilec de Silec, Telestatic de Télémécanique.

Circuits à injection, circuits à extraction

Quelles que soient les technologies mises en œuvre ou utilisées, le concepteur de l'automate devra se préoccuper, à divers stades, de ce que l'on pourrait appeler la topologie de la famille de circuits, c'est-à-dire de son caractère injecteur ou extracteur de courant (pour un circuit électronique).

Notons au passage que cette notion de topologie n'est pas spécifique à l'électronique puisqu'un circuit pneumatique ou hydraulique a besoin qu'on lui injecte un fluide, un relais aura besoin qu'on lui injecte du courant. Par contre la topologie extraction est davantage spécifique à l'électronique.

Dans tous les cas donc, une énergie circule durant un temps plus ou moins long entre sortie du circuit attaquant et entrée du circuit attaqué et ceci (fig. 5) :

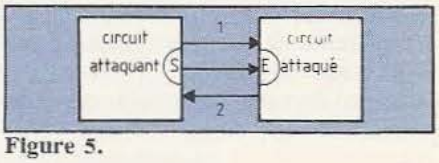


Figure 5.

— dans le sens n° 1 pour une topologie injection;

— dans le sens n° 2 pour une topologie extraction.

On voit donc que la référence est l'entrée d'un circuit : on y injecte ou on en extrait une énergie. En électronique, on s'intéressera au courant (permanent ou transitoire) injecté ou extrait (fig. 8).

Circuit à injection

Un exemple en est donné à la figure 6 (circuit RTL).

Ce circuit a deux états :

— T_1 bloqué : aucun courant (ou alors très faible et négligeable en première approximation) n'entre ni ne sort par E_1 ou E_2; leur potentiel est voisin de 0V (niveau bas)

— T_1 est saturé parce qu'un courant non négligeable est injecté par E_1 ou E_2 (ou les deux). Leur potentiel est voisin de + Vcc (niveau haut).

Circuit à extraction

Un exemple en est donné à la figure

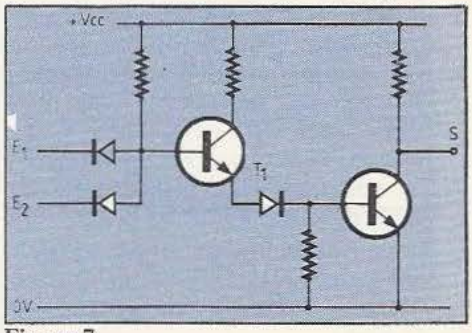


Figure 7.

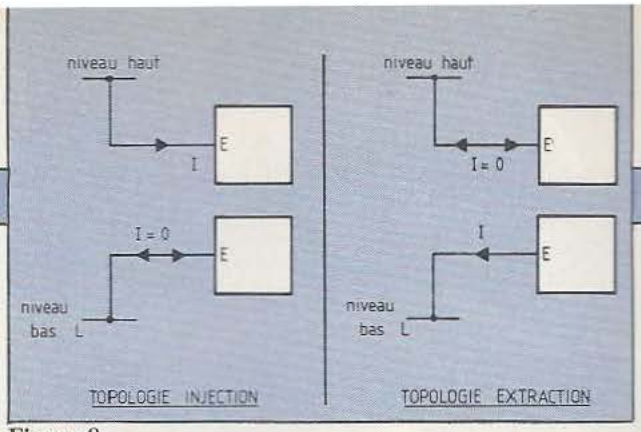


Figure 8.

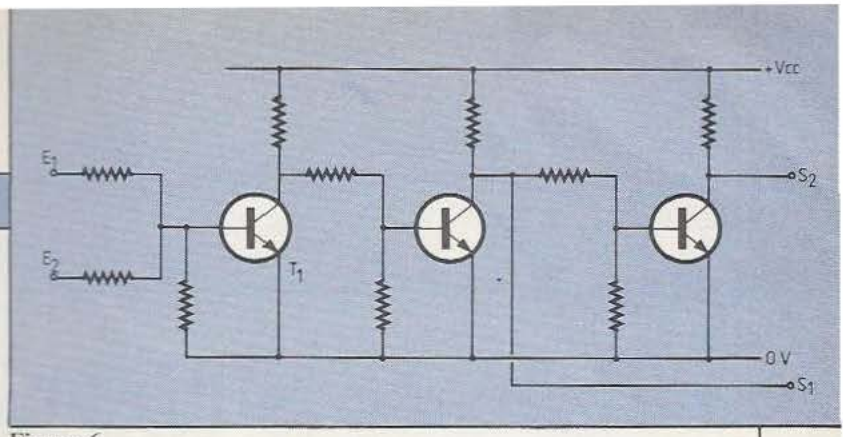


Figure 6.

7 (circuit DTL). Ce circuit a 2 états :

— T_1 bloqué car un courant est extrait par E_1 ou E_2 (ou les deux). Leur potentiel est alors voisin de 0V et celui de la base de T_1 voisin de 0,7 V

— T_2 saturé car son potentiel de base est supérieur à 2,1 V (une jonction commence à conduire à 0,5 V). Cela suppose qu'aucun courant n'est extrait ni par E_1 ni par E_2; leur potentiel est alors voisin de + Vcc (niveau haut).

Cas particulier des circuits C/MOS

Ces circuits ont la particularité bien connue d'avoir une très grande résistance d'entrée et on a l'habitude de dire qu'il n'y a pas de courant de grille. Néanmoins dans un circuit C/MOS (fig. 9) il faut rendre conducteur :

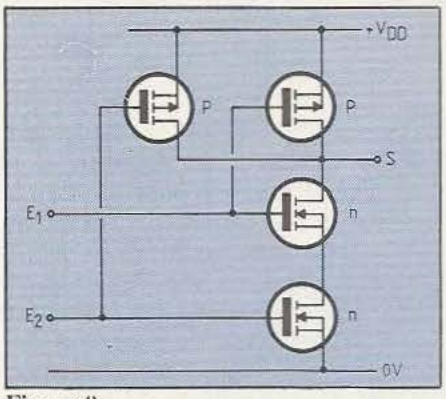


Figure 9.

— soit les transistors canal P, alors S est au niveau haut;

— soit les transistors canal N alors S est au niveau bas.

Dans chaque cas il faut induire un canal dans le substrat par accumulation de charges dans la grille (effet de condensateur, fig. 10). Il faut donc, en partant de l'état non polarisé (aucune charge accumulée), durant un très bref instant :

— extraire un courant de trous de façon à charger la grille négativement et induire un canal P;

— ou injecter un courant de trous de façon à charger la grille positivement et induire un canal N.

On retrouve donc, en transitoire, la topologie extraction (pour activer les transistors canal P) ou la topologie injection (pour activer les transistors canal N). Mais un même circuit est à la fois à injection et à extraction : c'est la topologie mixte.

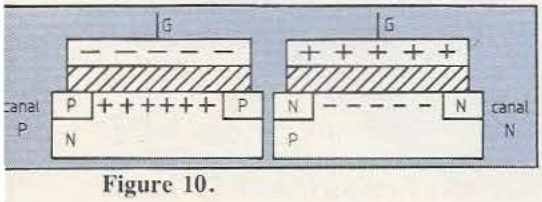


Figure 10.

Interfaces d'entrée

On constate souvent chez l'automaticien, non spécialiste en électronique, des difficultés à adapter les capteurs d'entrée aux circuits logiques électroniques ou à relier diverses familles entre elles.

La notion de topologie à extraction ou à injection facilite cette adaptation et explique également le comportement d'un circuit lorsque son entrée est «en l'air» c'est-à-dire non connectée.

Circuit à injection

Une entrée au niveau haut injecte un courant qui active le composant actif d'entrée. Des entrées au niveau bas ou en l'air n'injectent rien. Elles sont donc équivalentes.

Circuit à extraction

Une entrée au niveau bas extrait un courant qui active le composant actif d'entrée. Des entrées au niveau haut ou en l'air n'extraient rien. Elles sont donc équivalentes.

Circuit à topologie mixte

Une entrée en l'air n'est pas concevable puisqu'aucun composant actif (ni canal N ni canal P en C/MOS) ne peut être activé.

Bien que laisser des entrées inutilisées en l'air soit à déconseiller pour des problèmes d'immunité au bruit (ou parasites) cette technique est parfois utilisée pour simplifier le câblage (sauf en C/MOS bien entendu). La fonction essentielle d'une interface d'entrée sera donc suivant la topologie du circuit :

— d'injecter du courant (fig. 11)

— d'extraire du courant (fig. 12).

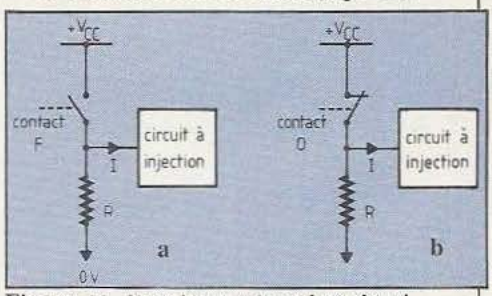


Figure 11. Etat haut (a) ou bas (b) si capteur actionné.

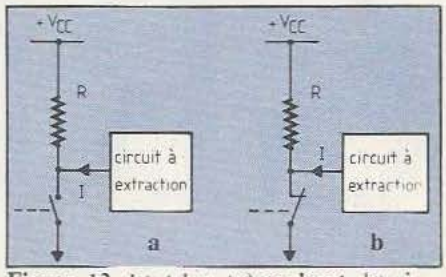


Figure 12. Etat bas (a) ou haut (b) si capteur actionné.

Sortance d'un circuit

C'est pour un circuit attaquant (fig. 13) son aptitude à injecter ou extraire, suivant le cas, suffisamment de courant des circuits attaqués tout en respectant les niveaux de fonctionnement fiable (ni perte de logique ni destruction). Cette sortance s'exprime par le nombre de circuits identiques que l'on peut attaquer avec un circuit.

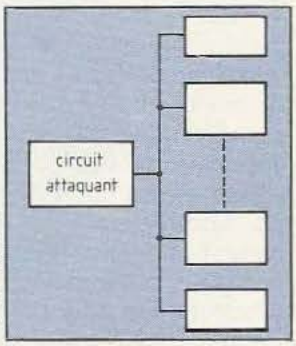


Figure 13. Un paramètre important : la sortance.

W. Verleyen

TEST

MICROSCRIBE

LE GREFFIER

Si les microprocesseurs permettent depuis déjà quelques années de réaliser du matériel informatique à des prix défiant toute concurrence, il est un point sur lequel butent encore bien des utilisateurs potentiels de ces produits : celui du terminal. En effet, dans de très nombreuses applications faisant appel à des cartes à base de microprocesseurs, un terminal est nécessaire, soit pendant la phase de mise au point, soit pour la maintenance, soit pour l'exploitation du produit lui-même. Le terminal le plus utilisé de nos jours est le terminal dit vidéo, constitué d'un clavier plus ou moins complet et d'un affichage sur écran TV. Les possibilités de tels appareils peuvent être très étendues grâce à l'emploi de circuits spécifiques de plus en plus performants ; malheureusement, le prix est en conséquence et un terminal vidéo bas de gamme coûte aux alentours de 5000 francs, minimum.

Le Microscribe, c'est un petit terminal aux nombreuses possibilités.

Si un tel appareil apparaît indispensable pour des applications telles que des travaux graphiques ou du traitement de texte, il existe quantité d'autres cas où les seules fonctions utiles sont de pouvoir frapper des caractères et visualiser des messages avec le plus de confort possible.

Le terminal Microscribe que nous vous présentons aujourd'hui peut, dans de très nombreux cas, se substituer à un terminal vidéo, sa petite taille et sa totale portabilité cachant des possibilités nombreuses et intéressantes.

Présentation

Pour qu'un terminal soit intéressant et souple d'emploi, il faut qu'il puisse afficher simultanément le plus grand nombre possible de caractères ; l'intégration d'un écran TV n'étant pas possible dans un appareil portatif, ce sont les cristaux liquides qui viennent à la rescousse et qui permettent de proposer des tailles d'afficheurs tout à fait correctes. Les terminaux Microscribe utilisent donc ces types d'afficheurs et vous proposent divers formats allant d'une ligne de 16 caractères pour le MT16 — le benjamin de la famille — jusqu'à 2 lignes de 40 caractères pour la série MT80 qui est le haut de gamme.

Tous les terminaux de la famille ont les mêmes dimensions : 193 mm de large, 141 mm de profondeur, 15 mm d'épaisseur à l'avant et 40 mm à l'arrière, cela étant dû à la présentation «plan incliné» de l'appareil.

La face supérieure est toute entière occupée par le clavier et l'afficheur. Le clavier est un QWERTY, ce qui

TERMINAL TECHNOLOGY
MICROSCRIBE

Sous l'appareil une sélection possible de la vitesse de transmission.

est logique vu le pays de fabrication du produit (la Grande-Bretagne) et la vocation informatique et non traitement de texte de ce produit. Les touches sont des petits cylindres de plastique dur qui s'enfoncent de façon suffisamment perceptible pour ne pas être désagréables. En cas de doute une fonction permettant l'émission d'un bip sonore à chaque action sur une touche peut être activée.

Ce clavier, complet, dispose de toutes les lettres et symboles classiques sur un clavier informatique; les touches «shift» et «control» existent à une place à peu près normale et se comportent comme sur tout terminal digne de ce nom; quatre touches propres à la spécificité de l'appareil complètent le tout.

La visualisation, ainsi que nous l'avons expliqué, est à cristaux liquides et sa lisibilité est tout à fait correcte. Si vous souhaitez travailler dans le noir, un kit d'illumination est disponible sur certains modèles de la famille.

La taille des matrices varie de 5 points sur 10 points pour les modèles 16 et 40 caractères disposant d'une seule ligne à 7 points sur 5 points pour les modèles 2 lignes de 40 caractères. Ces matrices permettent d'afficher tous les caractères classiques, minuscules comprises, mais sans jambages descendants.

La face arrière des Microscribe présente quatre ouvertures : l'une d'elle contient l'interrupteur marche/arrêt qu'il est difficile d'actionner par inadvertance; vient ensuite une prise jack femelle de 3,5 mm pour la recharge des batteries internes, une découpe inutilisée mais marquée cassette nous laisse prévoir d'autres versions plus étoffées; enfin une prise Canon 9 points véhicule les signaux RS 232.

Nous terminerons cette présentation par le poids du Microscribe qui, pour la version la plus complète, est à peine de 700 grammes.

Utilisation-documentation

Précisons tout d'abord qu'il existe deux familles de produits différenciées par le suffixe de la référence; les terminaux dont la référence est suivie par un C sont des versions avec composants CMOS et batteries intégrées alors que ceux dont la référence est suivie par N sont des modèles NMOS et il faut leur fournir une alimentation 5 V (± 0,25 V) sous 100 mA; alimentation qui passe par le connecteur Canon 9 points évoqué ci-avant.

La famille CMOS est opérationnelle immédiatement pour peu que les batteries soient chargées. Un essai en local est possible et est même conseillé pour se faire la main avec les quelques fonctions dont dispose l'appareil.

Lorsque cette prise en main est faite, la connexion avec un équipement quelconque est presque immédiate; presque car il vous faudra sans doute réaliser un câble, une prise 9 points n'étant pas standard pour une liaison RS 232. Le brochage de la prise est fourni dans la notice et ne devrait donc pas vous poser de problème d'autant que les seuls signaux utilisés ici sont TXD (Transmit Data) et RXD (Receive Data), le signal RTS quant à lui étant valide en permanence. Si ce travail de câblage vous rebute, un câble (fort cher) est disponible en option.

L'utilisation de l'appareil est analogue à celle d'un terminal ordinaire, là où les lignes de caractères étant assimilables à une fenêtre dans laquelle défilent les lignes reçues. A l'émission, un fonctionnement half ou full duplex est possible. Le format de transmission est programmable au moyen des touches du clavier, auquel cas il est annulé lors de chaque extinction de l'appareil, mais aussi au moyen de mini-interrupteurs accessibles par une découpe faite sous le Microscribe. Une touche spéciale permet à tout instant de connaître l'état du terminal (format de transmission, vitesse, mémoire disponible, etc.).

Les formats de transmission proposés conviennent à toutes les liaisons RS 232 puisque l'on peut faire du 7 ou 8 bits (avec 7 bits utiles puisque le code ASCII est utilisé) avec ou sans parité et avec parité paire ou impaire. La vitesse de transmission peut prendre une des valeurs courantes suivantes : 300, 600, 1200, 2400, 4800 ou 9600 Bauds.

Plusieurs tailles de RAM interne sont proposées selon les versions et vont de 32 caractères à 10.000 caractères. Dans le cas des tailles supérieures à une ou deux lignes de caractères; la mémoire est organisée en pages dans lesquelles on peut se déplacer au moyen de touches adéquates pour visualiser telle ou telle partie des messages reçus. Dans la version de haut de gamme disposant de 10.000 caractères, la mémoire peut être découpée en 4 blocs utilisables pour stocker des données reçues sur la liaison RS 232 pour une visualisation ultérieure.

Pour les modèles autonomes et fonctionnant sur batteries, la mémoire est alimentée même lorsque l'appareil est éteint et elle conserve donc son contenu. En cas de décharge complète des batteries, ce qui peut arriver lors de longues périodes d'utilisation intensive sans recharge intermédiaire, une pile au lithium prend le relais des batteries pour alimenter la mémoire jusqu'à ce que ces dernières soient de nou-

veau en état de le faire.
Parmi les possibilités de ces appareils, signalons encore un mode de fonctionnement où les caractères de contrôle sont visibles à l'affichage (alors que ceux-ci ne le sont pas en temps normal) ce qui peut être très utile pour analyser des liaisons inconnues ; signalons aussi la possibilité de stocker dans des buffers des messages de longueur inférieure ou égale à 40 caractères, messages qui pourront être émis par simple pression sur une touche, point intéressant : ces messages peuvent contenir des caractères de contrôle en nombre quelconque.
La documentation fournie avec l'appareil est mince mais complète et suffisamment explicite ; toutes les fonctions sont décrites ainsi que les brochages des diverses prises ; comble de raffinement pour un manuel de 14 pages, un index alphabétique permet de savoir immédiatement où se trouvent les informations utiles !

La technique

Le démontage de l'appareil est très facile et après avoir ôté quatre vis, on accède à un très beau circuit imprimé double face à trous métallisés qui supporte tous les composants à l'exception du clavier et des afficheurs.
L'électronique est organisée autour d'un microprocesseur 6303 d'Hitachi, une version peu différente du 6803 de Motorola (6800 amélioré avec des entrées/sorties intégrées sur la puce). La version que nous avons eue entre les mains étant équipée d'une mémoire de 10000 caractères, cinq RAM de 2 K mots de 8 bits CMOS étaient visibles, associées à une UVPROM de 4 K mots de 8 bits contenant le logiciel de gestion du terminal. En raison de l'intégration de nombreuses entrées/sorties dans le microprocesseur, très peu de boîtiers logiques (CMOS et HCMOS, le grand luxe !) complètent le montage. La réalisation est très propre, tous les composants micro (6303, RAM et UVPROM) sont montés sur des supports.
Un deuxième circuit fixé dos à dos avec celui de l'électronique supporte le clavier et les afficheurs. Le clavier est un modèle élastomère malgré l'aspect rigide des touches.
Les batteries sont des modèles cadmium-nickel de 500 mA/heure qui assurent à l'appareil une autonomie moyenne de 4 semaines.
Des emplacements laissés libres sur le circuit imprimé et la prise cassette non équipée nous laissent prévoir une probable extension du produit vers, peut-être, une unité de micro-cassette pour stocker les messages reçus ou à émettre ?

Les extensions

Les extensions d'un tel terminal ne sont évidemment pas nombreuses comparativement à ce que l'on trouve pour un micro-ordinateur, par exemple. Elles sont cependant suffisantes, compte tenu de la vocation de l'appareil puisque l'on trouve : des câbles RS 232 équipés de prises Canon 25 points, câbles que nous trouvons fort chers (175 francs hors taxe)) ; une sacoche de transport et de protection façon cuir dans laquelle le terminal peut rester tout en étant utilisé et connecté, car des découpes sont prévues aux emplacements adéquats ; un bloc secteur pour charger les batteries et enfin un modem à couplage acoustique 300 bauds aux normes CCITT V 21 qui est, de ce fait, utilisable en France sans problème pour se connecter à Transpac par exemple.
Bien que nous l'ayons évoqué lors de la présentation, rappelons qu'au rang des extensions figure aussi un éclairage pour l'afficheur permettant d'utiliser le terminal en des lieux peu ou pas éclairés.

Conclusion

Proposés dans de multiples versions résumées sur le tableau 1, disposant de nombreuses extensions utiles, d'un prix abordable — pour la version de base tout au moins — les terminaux Microscribe sont particulièrement intéressants pour tous les utilisateurs recherchant un produit compact, autonome et économique sans sacrifier à la qualité.
Nous n'avons pas de critique majeure à faire à l'encontre de ces produits si ce n'est, peut-être, un prix un peu élevé pour la version avec mémoire de 10.000 caractères puisque celle-ci atteint presque 5000 F HT contre 2800 F HT pour la version de base MT 16 N.
Les terminaux Microscribe sont donc de bons produits et l'on regrette que, dans ce domaine aussi, le pays de sa très grâcieuse majestée nous dame le pion.

Service lecteur : cercle 43.

C. Tavernier

TYPE	ECRAN	MEMOIRE
MT 16 N	16 caractères	32 caractères
MT 16 C	16 caractères	32 caractères
MT 40 N	40 caractères	80 caractères
MT 40 C	40 caractères	80 caractères
MT 402 N	40 caractères	2000 caractères
MT 402 C	40 caractères	2000 caractères
MT 80 N	2 lignes de 40 caractères	80 caractères
MT 80 C	2 lignes de 40 caractères	80 caractères
MT 802 N	2 lignes de 40 caractères	2000 caractères
MT 802 C	2 lignes de 40 caractères	2000 caractères
MT 8010 C	2 lignes de caractères	10000 caractères

Tableau 1. Les diverses versions de Microscribe (suffixe C = version autonome, suffixe N = version à alimentation externe).

Industrie

VALID : DEUX POUR LE PRIX D'UN!

On n'apprendra rien à personne en disant qu'en 25 ans les techniques de la conception électronique ont considérablement évolué, tirées d'une part, par l'informatique, d'autre part, par l'arborescence des marchés ouverts, impliquant des durées de vie de produit de plus en plus courtes. Du circuit, l'on est ainsi passé au concept de système pour en arriver aujourd'hui à celui d'application mettant en œuvre la technologie des VLSI. Les méthodes de conception de ces VLSI rendent, en quelque sorte, caduque l'étape «maquette» en ceci que l'établissement d'une maquette, outre le temps de développement qu'elle demande, ne résoud pas les problèmes de «timing» lors du passage au circuit finalisé. La solution idéale à l'échelle de quelques centaines de milliers de portes reste, bien sûr, l'Ingénierie Assistée par Ordinateur (IAO) : la société américaine Valid Logic Systems Inc., en créant Valid France, entend prendre une place de choix sur notre territoire encore très peu doté de ces outils puissants que sont les systèmes de conception logique Scaldsystem et de conception VLSI Scaldstar proposés par cette firme; systèmes ouverts, industriellement parlant, puisque structurés autour de standards tels que Multibus, Ethernet, Unix, Pascal. D'où, aussi, l'intégration possible des options Realchip et Realfast, systèmes de modélisation des VLSI et d'accélération de simulation, respectivement. Pour apprécier quelques chiffres, on notera que la simulation peut porter ainsi sur un million de portes avec une vitesse de 500 000 évaluations par seconde (soit 100 fois plus vite qu'un IBM 370). Pour ce faire deux processeurs rapides ont été mis en œuvre pour Realfast; l'un détermine, pour chaque événement et par anticipation, les portes qui doivent être évaluées, l'autre évalue les primitives ainsi déterminées (on entend par «primitive» une combinaison de portes formant, par exemple, un additionneur). Pour, au moins, encourager les universités françaises à se lancer sans plus tarder dans l'électronique d'avant-garde, la société Valid, pour l'achat d'un système, en offre, gratuitement, un second! *Service lecteur : cerclez 28.*

SERVICE LECTEUR GRATUIT.

Pour obtenir des informations complémentaires sur les publicités et nouveaux produits parus dans ce numéro de *Micro et Robots*, utilisez notre Service Lecteur ci-contre. Cerclez les numéros des publicités ou des produits que vous avez sélectionnés en vous aidant de ce tableau et indiquez vos coordonnées, votre secteur d'activité et votre fonction en vous référant au tableau de codes ci-contre.

Pages	Noms	N° à cercler
2	**C.I.S.**	101
5	**Z.M.C.**	102
26	**Sidena**	104
101	**Jeux et Stratégies**	105
102	**Sciences et Techniques**	106
103	**SPID**	107
48	**Publications ADI**	1
50	ROBOTS DE FORMATION	
	AID	2
	Éricc	3
	Sirtès	4
6-23	NOTES	
	Formation IIRIAM	29
	Club Apple	5
18	COMPOSANTS ROBOTIQUES	
	Capteurs Honeywell	6
	CT 300 MUIR	7
	Mecman PC 48	8
	Intellect 100	9
	Alimentation Fontaine	10
	Varimod 715	11
	Vis à billes Warner	12
	Tubomat	13
	Hand-Rover	14
24-26	INFORMATIQUE	
	Brother EP-44	15
	Kaypro 4	16
	Epson PX-8	17
	M.M.D.-2	18
	Cartes Vidéo Prestations	19
	Boîtier Nogetel	20
	Digitelec DTL 2000	21
	Tablettes Scriptel	22
	Micro Logabax	23
	Modem S.R.M. 6	24
	Micro Goupil J	25
26-76	INDUSTRIE	
	Auxilec	26
	Aséa	27
	Valid	28
52	COMPARATIF AUTOMATES	
	AOIP EX 20/40	40
	Électromatic	41
	Siemens	42
72	**Microscribe**	43
94	**Colortrace**	44
35	**Le langage LM**	45
100	A LIRE	
	Graphiques de gestion	30
	Intelligence artificielle	31
	Pilotez votre Oric	32
	Ainsi naquit l'informatique	33

S'ABONNER?

POURQUOI?

Parce que s'abonner à «MICRO ET ROBOTS»

C'est
- plus simple,
- plus pratique,
- plus économique.

C'est plus simple

- un seul geste, en une seule fois,
- remplir soigneusement cette page pour vous assurer du service régulier de «MICRO ET ROBOTS».

C'est plus pratique

- chez vous!

dès sa parution, c'est la certitude de lire régulièrement notre revue

- sans risque de l'oublier, ou de s'y prendre trop tard,
- sans avoir besoin de se déplacer.

COMMENT?

En détachant cette page, après l'avoir remplie,

- en la retournant à :
  MICRO ET ROBOTS
  2 à 12, rue de Bellevue
  75940 PARIS Cédex 19
- ou en la remettant à votre marchand de journaux habituel.

Mettre une X dans les cases ☒ ci-dessous et ci-contre correspondantes:

☒ Je m'abonne pour la première fois à partir du n° paraissant au mois de ..Juillet..n°..9..inclu

Je joins à cette demande la somme de ..145,00 F..... Frs par:

☒ chèque postal, sans n° de CCP
☐ chèque bancaire,
☐ mandat-lettre

à l'ordre de : MICRO ET ROBOTS.

ATTENTION! Pour les changements d'adresse, joignez la dernière étiquette d'envoi, ou à défaut, l'ancienne adresse accompagnée de la somme de 2,00 F. en timbres-poste, et des références complètes de votre nouvelle adresse. Pour tous renseignements ou réclamations concernant votre abonnement, joindre la dernière étiquette d'envoi.

COMBIEN?

MICRO ET ROBOTS (11 numéros)
1 an ☐ 145,00 F - France
1 an ☐ 190,00 F - Etranger.

(Tarifs des abonnements France: TVA récupérable 4%, frais de port inçlus. Tarifs des abonnements Etranger: exonérés de taxe, frais de port inclus).

Ecrire en MAJUSCULES, n'inscrire qu'une lettre par case. Laisser une case entre deux mots. Merci.

JOUVE DIDIER

Nom, Prénom (attention: prière d'indiquer en premier lieu le nom suivi du prénom)

CHEZ MADAME GJINI

Complément d'adresse (Résidence, Chez M..., Bâtiment, Escalier, etc...)

10 RUE DOCTEUR CHARCOT

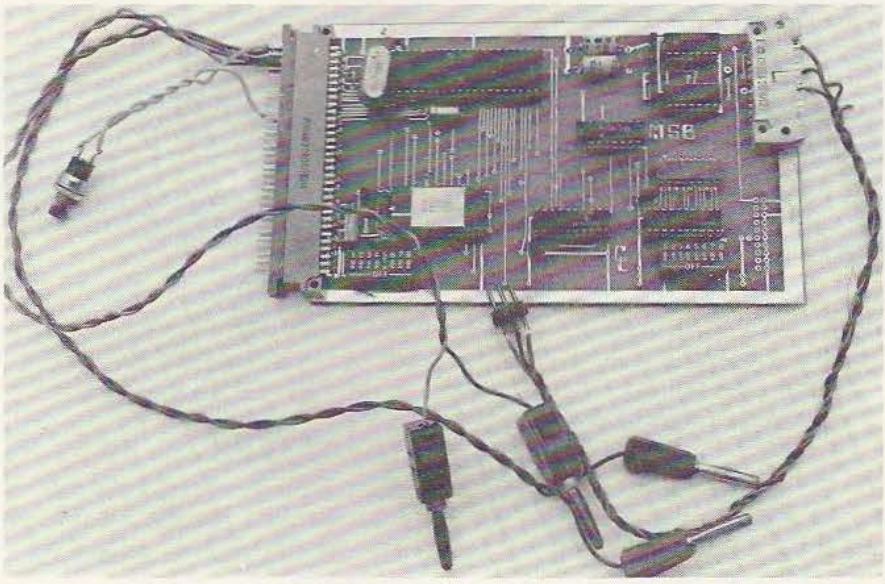
N° et Rue ou Lieu-Dit

42230 ROCHE LA MOLIERE

Code Postal Ville

Micro et Robots

Le microcontrôleur Z 8671, doté d'un interpréteur Basic en ROM, permet d'envisager de très nombreuses applications orientées automatique : commande de machine-outil, gestion de chaînes de mesures, etc.



UN AUTOMATE PROGRAMM

Les possibilités du montage que nous vous proposons aujourd'hui sont telles que le titre donné à cet article les résume malheureusement très mal ; en effet, nous vous proposons de réaliser, avec sept circuits intégrés au maximum, une carte pouvant accomplir les fonctions d'un automate programmable mais pouvant aussi fonctionner comme un micro-ordinateur puisqu'elle est programmable en Basic. Cette carte est conçue de telle façon qu'elle puisse s'intégrer facilement à toute réalisation pour la rendre intelligente et l'on peut ainsi envisager son emploi comme commande de machine outil, comme organe de calcul dans un appareil ou une chaîne de mesures, comme outil d'initiation à la programmation, comme centre nerveux d'un réseau de trains électriques miniatures, etc.

Un des avantages majeurs de cette réalisation est que la mise au point du programme qui va piloter la carte se fait avec la carte elle-même, ce programme étant ensuite mis en mémoire morte (au moyen de la carte) pour être finalement implanté sur celle-ci.

Présentation

Il est toujours difficile de présenter un micro-ordinateur, que ce soit un appareil complet tel un micro-ordinateur domestique ou une carte comme celle que nous proposons ; en effet, l'essentiel des ressources se situe au niveau des possibilités de programmation et il est donc assez délicat de les mettre en évidence.

Notre montage utilise, seulement, sept circuits intégrés dans sa version complète c'est-à-dire dans la version nécessaire pendant la phase de mise au point du programme. Lors de l'intégration de la carte dans un montage, ce nombre de circuits intégrés peut tomber à 5, voire à 4 si vous ne demandez pas trop de lignes d'entrées-sorties. L'ensemble des composants tient sur une carte au format Europe (100 x 160 mm). Nous aurions pu faire plus petit mais ce format de carte

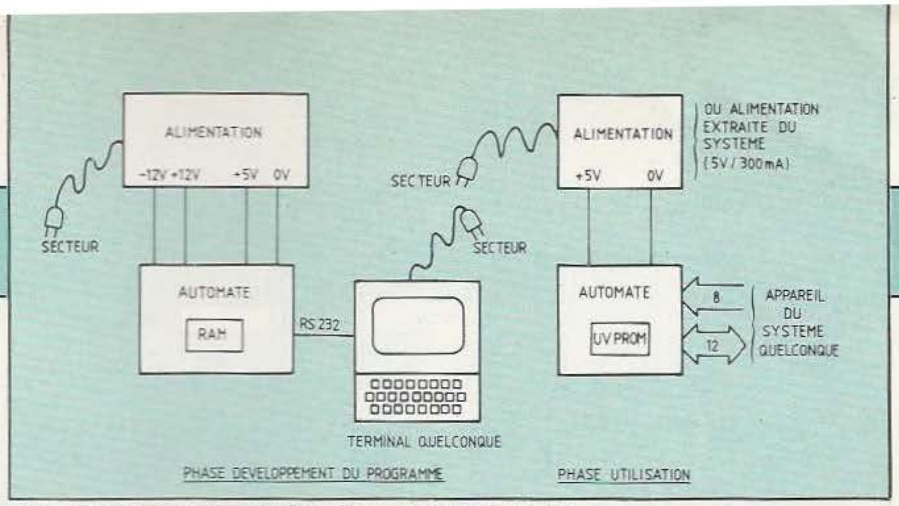


Fig. 1 Les deux modes de fonctionnement de la carte.

présente l'avantage d'être normalisé et reste très employé dans l'industrie ; de plus, il existe nombre de boîtiers prévus pour recevoir directement de telles cartes sans avoir à «travailler» la mécanique.

La carte, comme nous l'avons dit en introduction, peut fonctionner dans deux modes différents représentés schematiquement figure 1 : un mode développement de programme et un mode «controleur intelligent». En mode développement de programme, il faut la relier à un terminal informatique quelconque au moyen d'une liaison série RS 232 ; cette liaison implique une alimentation triple qui délivre du + 5 volts pour la majorité des circuits de la carte et du ± 12 volts pour les circuits d'interface RS 232 (voir nos articles à ce sujet dans les numéros 5 et 6 de *Micro et Robots*).

De plus, dans ce mode, la carte est équipée d'une mémoire RAM qui permet le stockage et la modification à loisir du programme en cours de mise au point.

ABLE

En mode «contrôleur intelligent», le terminal n'est plus nécessaire et par là même, les alimentations ± 12 volts disparaissent ; seule subsiste l'alimentation + 5 volts qui peut être spécifique à la carte ou prélevée dans le montage où elle se trouve intégrée. Sur la carte, la RAM a disparu pour faire place à une ROM ou plus exactement une UVPROM qui contient le programme précédemment mis au point.

Sur le + 5 volts, la carte consomme moins de 300 mA tandis que sur les ± 12 volts, 20 mA suffisent puisqu'ils n'alimentent que les circuits d'interface RS 232.

La carte est équipée d'un microprocesseur sur lequel nous allons revenir dans un instant mais dispose également d'un support 28 pattes capable de recevoir les mémoires RAM statiques de 2 K-octets au brochage normalisé telles les MK 4802 de Mostek, les HM 6116 de Harris, les TMM 2016 de Toshiba, etc., mais aussi une mémoire pseudo-statique de 4 K-octets, la Z 6132 de Zilog et les toutes nouvelles RAM de 8 K-octets telle la HM 6264 d'Hitachi. Ces mémoires sont celles qui sont montées en phase de développement de programme.

Ce même support peut recevoir, en phase utilisation de la carte, une UVPROM d'un type quelconque compris entre la 2716 (2 K mots de 8 bits) et la 2764 (8 K mots de 8 bits). La sélection du type de mémoire installée sur le support se fait au moyen de straps de configuration.

La carte dispose d'une liaison série asynchrone aux normes RS 232 dont la vitesse de transmission se programme au moyen de mini-interrupteurs, sur une des vitesses suivantes : 110, 150, 300, 1200, 2400, 4800 et 9600 Bauds.

Deux ports d'entrées-sorties parallèles sont disponibles ; l'un fonctionne uniquement en entrée et dispose de 8 lignes, l'autre fonctionne en entrées-sorties et comporte 12 lignes. Lors de l'utilisation de la liaison série RS 232, 10 lignes seulement sont disponibles parmi les 12 annoncées.

Synoptique de la carte

L'utilisation d'un microprocesseur monochip, c'est-à-dire groupant en un seul boîtier une unité centrale, de la mémoire morte, de la mémoire vive et des interfaces série et parallèles, permet de simplifier grandement le synoptique de notre carte comme vous pouvez le constater à l'examen de la figure 2.

Nous voyons, sur cette figure, le microprocesseur — un Z 8671 de Zilog — sur lequel aboutissent les lignes d'entrée et de sortie série RS 232 via des adaptateurs de niveau (les 1488 et 1489 habituels) et duquel partent les diverses lignes d'entrées-sorties parallèles. De ce micro sortent aussi les lignes d'adresses et de données à destination du support 28 pattes recevant les RAM ou les UVPROM. Un ampli 3 états, enfin, complète ce synoptique et permet de constituer le port d'entrées multiplexé avec les lignes de données du Z 8671.

Le Z 8671 de Zilog

Ce microprocesseur fait partie de la famille déjà ancienne des microprocesseurs Z 8 de Zilog et son originalité ne réside pas tellement dans l'intégration dans un même boîtier de RAM, de ROM et de circuits d'entrées-sorties mais plutôt dans le fait que la ROM interne comporte un interpréteur Basic orienté automatisme. Cet interpréteur rend le circuit très facile à programmer, même par un utilisateur ne possédant que des rudiments de programmation, d'autant que, par rapport à d'autres microcontrôleurs (tel le 68705 dont nous avons déjà longuement parlé) cette programmation se fait en Basic et non en Assembleur.

Ce circuit constituant à lui tout seul les trois quarts du schéma de la carte, nous allons vous le présenter sans toutefois entrer dans les détails de toutes ses possibilités car ce numéro de *Micro et Robots* risquerait, de ne pas suffire. Sachez que toutes ces possibilités sont décrites dans une volumineuse documentation qu'il est quasiment indispensable d'acquérir en même temps que le circuit et qui s'intitule : «Z 8671 Single Chip Basic Interpreter - Ba-

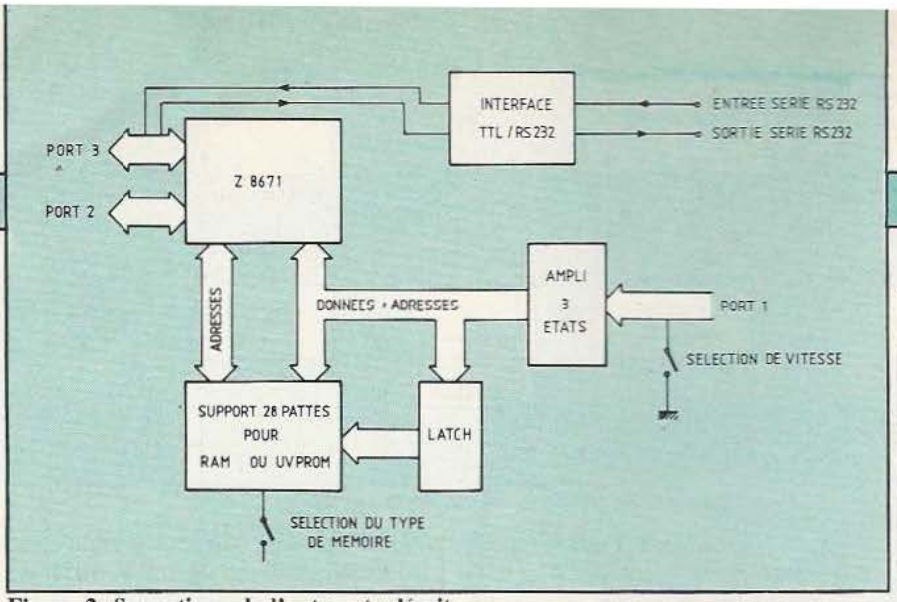


Figure 2. Synoptique de l'automate décrit.

sic/Debug Software Reference Manual» pour la partie logicielle et «Z 8671 Product Specification» pour la partie matérielle. Ces documents ne sont, malheureusement, disponibles qu'en Anglais mais leur contenu étant technique reste d'un accès aisé. Précisons aussi tout de suite qu'il est inutile de demander à la rédaction de *Micro et Robots* ou à l'auteur de ces lignes des photocopies de ces manuels qui comportent, en effet, plus de 200 pages à eux deux...

La figure 3 présente le synoptique interne du Z 8671 ; nous y voyons, au centre, le cœur de tout microprocesseur avec l'ALU (unité arithmétique et logique) et le registre d'états associé. Cet ALU communique avec tous les autres sous-ensembles du circuit par un bus de données interne.

Ces sous-ensembles sont constitués par un bloc de 124 registres accessibles via un pointeur. Les fonctions de ces registres seront détaillées plus avant dans cet article : précisons simplement que certains d'entre eux correspondent à des lignes d'entrées-sorties alors que d'autres sont plutôt utilisés comme une RAM classique.

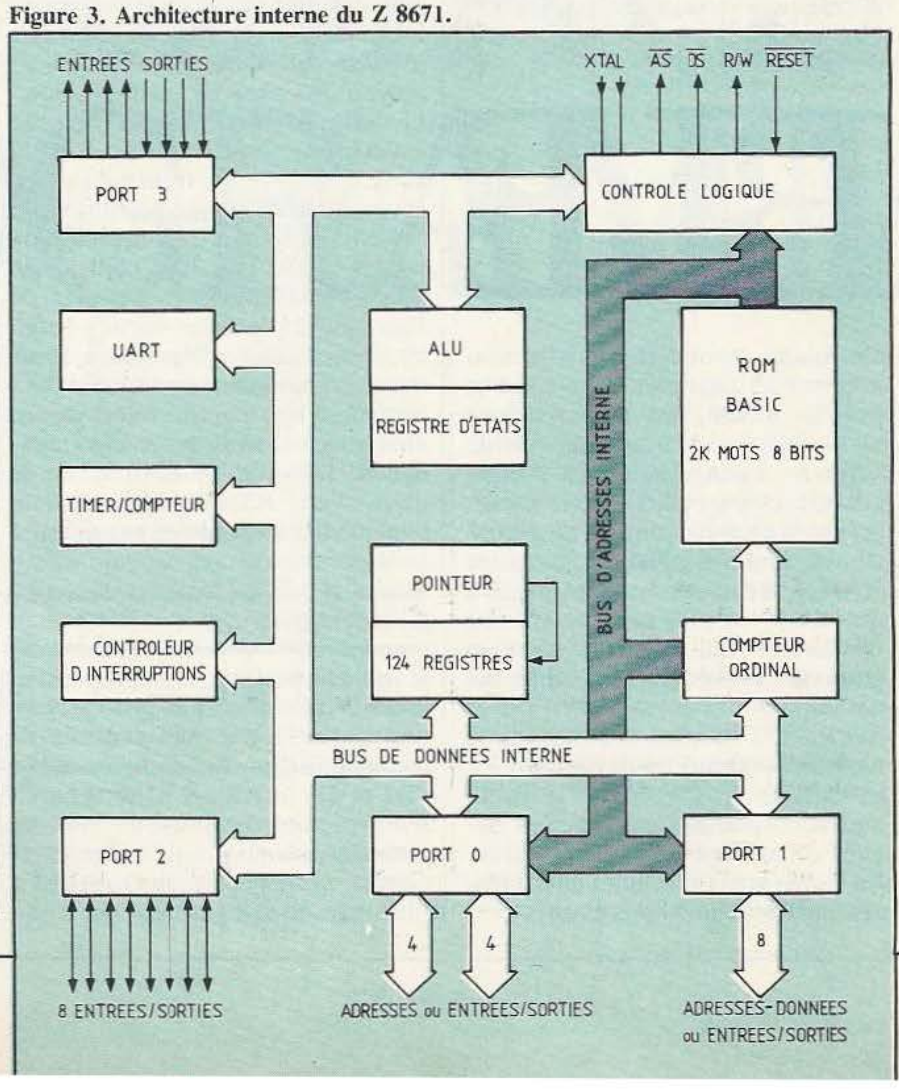
Nous voyons ensuite, toujours reliés entre eux par un bus de données interne, les divers périphériques dont dispose le Z 8671. Quatre ports d'entrées-sorties parallèles sont théoriquement disponibles sur le Z 8671 ; cependant, dans la présentation précédente, nous en avons dénombré moins car le port 0 est réservé aux lignes d'adresses alors que le port 1 sert aux lignes de données. Un UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) est utilisé pour la liaison série asynchrone (revoir si nécessaire notre article «Les liaisons dangereuses» dans les numéros 5 et 6 de *Micro et Robots*) tandis qu'un timer et un contrôleur d'interruption complètent cette panoplie déjà bien garnie. Côté mémoire, une ROM programmable (et programmée !) par masque lors de la fabrication du circuit contient le logiciel de l'interpréteur Basic ; la taille de cette mémoire étant limitée à 2 K-mots de 8 bits, vous devez bien penser, si vous avez en tête les tailles habituelles des interpréteurs Basic sur micro 8 bits, que les possibilités du Z 8671 seront sans doute réduites. C'est exact mais les choix qui ont été faits au niveau de cet interpréteur, compte tenu des applications prévues pour ce circuit, ne sont pas très contraignants.

Le schéma

Il vous est proposé, dans son intégralité, figure 4 et ressemble de très près au synoptique de la figure 2 ce qui est normal vu la simplicité de ce dernier.

Le Z 8671 occupe la partie haute de celui-ci et n'est associé qu'à très peu de composants externes. Un ensemble condensateur et résistance permet de réaliser la circuiterie de «RESET», automatique à la mise sous tension ou commandée par un poussoir reliant la ligne RESET du connecteur 64 points à la masse. Un quartz associé aux deux inévitables condensateurs de faible valeur constitue, grâce à la circuite-

Figure 3. Architecture interne du Z 8671.



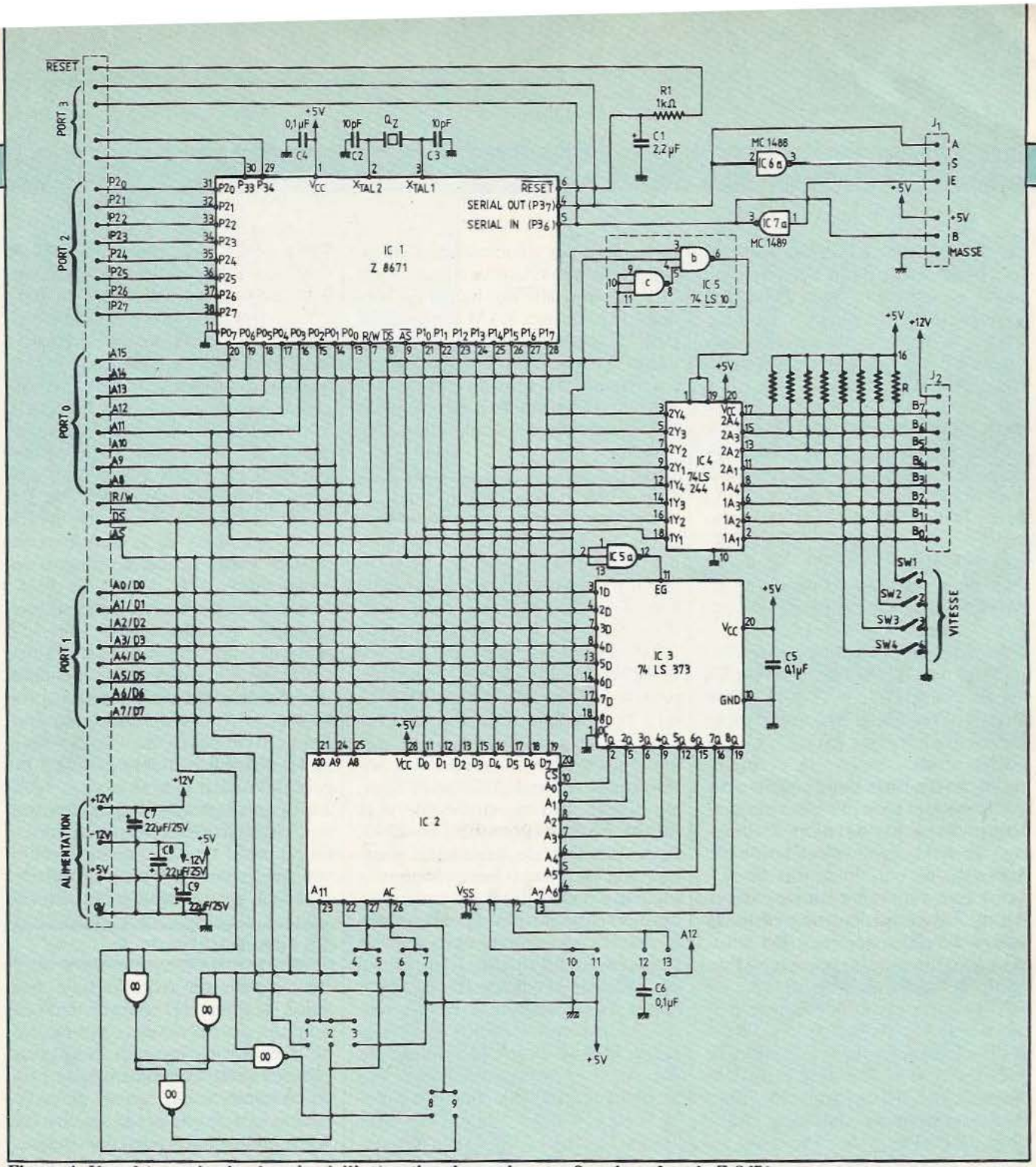


Figure 4. Un schéma très simple grâce à l'intégration de nombreuses fonctions dans le Z 8671.

rie interne du Z 8671, l'horloge de tout le système. La fréquence un peu particulière de ce quartz s'explique par les divisions successives permettant d'obtenir les diverses vitesses de transmission de la liaison série. Cette fréquence doit donc être respectée lors de l'utilisation de la carte en phase de développement de programmes sinon le terminal qui y sera connecté ne pourra pas fonctionner correctement; en revanche, en phase utilisation, un quartz de fréquence plus normalisée et inférieure pourra être utilisé (un 6 MHz par exemple).

Les lignes P20 à P27 sortent directement sur le connecteur 64 points de la carte et constituent 8 des lignes d'entrées-sorties programmables à accès direct. Quatre autres lignes de ce type sont disponibles sur ce même connecteur, ce sont P30 et P33 (entrées) et P34 et P37 (sorties); les lignes P30 et P37 ne sont toutefois disponibles que lorsque la liaison série RS 232 n'est pas exploitée. Dans le cas contraire, P30 (l'entrée série) est reliée à la sortie d'un adaptateur RS 232/TTL constitué par un 1489 alors que P37 (la sortie) est reliée à l'entrée d'un adaptateur RS 232/TTL qui n'est autre qu'un 1488.

Les lignes P10 à P17 du Z 8671 sont les lignes de données D0 à D7 mais sont aussi multiplexées avec les 8 lignes d'entrées du port 1 ce qui permet de comprendre pourquoi elles aboutissent, d'une part, sur les pattes D0 à D7 du support 28 pattes destiné à recevoir les mémoires et, d'autre part, sur les 8 sorties d'un amplificateur 3 états type 74244. Cet amplificateur reçoit sur ses entrées les huit lignes d'entrées B0 à B7 ramenées au + 5 volts par des résistances de 4,7 kΩ. Quatre de

ces lignes sont utilisées, lors du fonctionnement de la liaison série, pour déterminer la vitesse de transmission. Ce choix a lieu par mise à la masse d'une ou plusieurs lignes B0 à B3 au moyen des interrupteurs SW1 à SW4.
Afin de ne pas perturber les lignes de données D0 à D7, le 74244 n'est validé que lorsque c'est nécessaire grâce à un décodage d'adresse rudimentaire réalisé au moyen de la porte 7410. Cela a pour effet de placer ces lignes d'entrées aux adresses supérieures à C000. Le décodage sommaire ainsi réalisé est suffisant vu le faible nombre de circuits de la carte.
Non content de multiplexer les entrées du port 1 et les données sur les lignes P10 à P17, le Z 8671 y fait aussi passer les 8 lignes de poids faibles des adresses A0 à A7. Ce qui justifie deux choses : la première est la présence de deux signaux AS et DS qui sont respectivement adress strobe (validation d'adresses) et data strobe (validation de données) et qui, lorsqu'ils sont à l'état bas, indiquent que les lignes P10 à P17 véhiculent des adresses (AS = 0) ou des données (DS = 0); la deuxième est la présence d'un octuple latch, en l'occurence en 74373, qui a pour fonction de mémoriser les poids faibles des adresses pour les appliquer au support 28 pattes des mémoires; en effet, ces dernières ne disposent pas de lignes d'adresses et de données multiplexées et il est donc impératif de leur appliquer simultanément les adresses et les données. Ce latch est validé tout simplement par le signal AS après inversion par le tiers de circuit 7410 restant.
Les lignes d'adresses de poids fort ainsi que DS et WE (signal d'écriture) sont reliées directement ou via des portes NAND et des straps aux autres pattes du support de mémoire. La présence d'un nombre assez important de straps s'explique car, même si le brochage des UVPROM et des RAM en boîtier 24 ou 28 pattes est bien normalisé, le fait de vouloir mettre des UVPROM ou des RAM de taille allant de 2 K à 8 K sur un support identique impose quelques déplacements de signaux. De plus, la procédure de validation en sortie des lignes de données de certaines RAM statiques ne peut s'accommoder des signaux délivrés par le Z 8671 et impose leur traitement au moyen des portes NAND. D'habituels condensateurs de découplage complètent ce schéma.

Les mémoires utilisables

Ainsi que nous l'avons annoncé en début d'article, toutes les UVPROM classiques de la 2716 à la 2764 sont utilisables sur ce montage. Il suffit de placer les straps nécessaires en conséquence; il nous semble cependant utile d'apporter quelques précisions à ce sujet. Tout d'abord, les anciennes 2716 tri-tension n'ont pas été prévues compte tenu de leur disparition totale du marché. Par ailleurs, au niveau des mémoires de 4 K mots de 8 bits types 2732 ou 2532, deux familles de brochages existent : le brochage Texas-Motorola et le brochage Intel. Jusqu'à ces derniers temps, ces brochages se faisaient concurrence mais comme l'immense majorité des fabricants a opté pour le brochage Intel, le brochage Texas-Motorola est en voie de disparition et nous ne l'avons pas prévu sur la carte (économie de straps). Les seules mémoires actuellement au brochage Texas-Motorola sont : la TMS 2532 Texas, la MCM 2532 Motorola et la HN462532 Hitachi. Attention, il existe chez Texas la TMS 2732 au brochage Intel (utilisable sur cette carte donc) et chez Hitachi la HN462732 également au brochage Intel (idem).
Du côté des 8 K mots de 8 bits, seules les 2764 en boîtier 28 pattes ont été prévues, les quelques 2764 en boîtier 24 pattes étant en voie de disparition (si ce n'est déjà fait au moment où vous lirez ces lignes).
Pour ce qui est des RAM, la carte peut recevoir les 1 K mots de 8 bits type 4801 de Mostek ou les 4118 nouvelle version de ce même fabricant.
Les RAM les plus répandues actuellement sont cependant les 2 K mots de 8 bits et la carte accepte quasiment tous les modèles du marché : elle a été essayée avec les 4802 de Mostek, les HM 6116 de Harris, les TMM 2016 de Toshiba. Si vous souhaitez utiliser d'autres mémoires de 2 K mots de 8 bits, munissez vous de leurs brochages et regardez s'il existe une position des straps qui peut convenir. Nous vous faisons cependant remarquer que les mémoires précitées sont très largement répandues sur le marché et ne posent aucun problème d'approvisionnement.
Notre carte peut aussi recevoir une mémoire pseudo-statique de 4 K mots de 8 bits, la Z 6132 de Zilog. Cette mémoire présente cependant un intérêt assez limité vu son prix très élevé (près de 500 francs) et l'apparition sur le marché des nouvelles RAM 8 K mots de 8 bits d'un prix inférieur.
La figure 5 précise la position des divers straps à mettre en place en fonction du type de mémoire utilisée tandis que la figure 6 présente les brochages de ces divers boîtiers.

La réalisation

Pour conserver à cet article une taille raisonnable compte tenu du nombre de pages de ce numéro, nous décrirons la réalisation complète de cette carte dans notre prochain numéro; cependant, pour faciliter le travail de ceux d'entre vous qui souhaiteraient déjà acquérir les composants, nous donnons leur nomenclature dans ce numéro. Cette liste appelle quelques commentaires que voici :
— Le microprocesseur Z 8671 n'est pas très répandu, on peut en trouver chez AED, 8 rue des Mariniers, 75014 Paris. Sauf erreur de notre part, cette société dispose aussi du quartz 7,3278 MHz indispensable pour un fonctionnement correct de la liaison série.
— Pour ce qui est des mémoires, et pour vos premiers essais, nous vous conseillons d'acquérir une RAM type MK 4802 de Mostek ou HM 6116 de Harris ou TMM 2016 de Toshiba; ces 2 K mots de 8 bits

6264	26132	4118 4801 4802 6116 2016	2764	2732	2716			2716	2732	2764	4118 4801 4802 6116 2016	26132	6264
NC	$\overline{BUSY}$	—	VPP	—	—	1	28	—	—	Vcc	—	Vcc	Vcc
A12	VBB	—	A12	—	—	2	27	—	—	$\overline{PGM}$	—	$\overline{WE}$	$\overline{WE}$
A7	A7	A7	A7	A7	A7	3	26	Vcc	Vcc	NC	VCC	AC	CS2
A6	A6	A6	A6	A6	A6	4	25	A8	A8	A8	A8	A8	A8
A5	A5	A5	A5	A5	A5	5	24	A9	A9	A9	A9	A9	A9
A4	A4	A4	A4	A4	A4	6	23	VPP	An	An	$\overline{WE}$	An	An
A3	A3	A3	A3	A3	A3	7	22	$\overline{OE}$	$\overline{OE}$/VPP	$\overline{OE}$	$\overline{OE}$	$\overline{DS}$	$\overline{OE}$
A2	A2	A2	A2	A2	A2	8	21	A10	A10	A10	A10	A10	A10
A1	A1	A1	A1	A1	A1	9	20	CS	CS	CS	CS	CS	CS1
A0	A0	A0	A0	A0	A0	10	19	D7	D7	D7	D7	D7	D7
D0	D0	D0	D0	D0	D0	11	18	D6	D6	D6	D6	D6	D6
D1	D1	D1	D1	D1	D1	12	17	D5	D5	D5	D5	D5	D5
D2	D2	D2	D2	D2	D2	13	16	D4	D4	D4	D4	D4	D4
MASSE	MASSE	MASSE	MASSE	MASSE	MASSE	14	15	D3	D3	D3	D3	D3	D3

Figure 6. Brochages des divers types de mémoires utilisables.

vous permettront déjà de voir ce qu'il est possible de faire avec le Basic du Z 8671. Par la suite, et selon les applications que vous envisagerez, vous pourrez toujours acheter une RAM de taille plus importante (le prix de ces produits aura sans doute baissé car du fait de leur récente sortie sur le marché, il est encore assez élevé).

— Les supports sont quasiment indispensables sauf pour le 74373 non exposé au «monde extérieur». Pour celui à 28 pattes de la mémoire, choisissez un modèle de bonne qualité si vous envisagez de fréquents changements de RAM en UVPROM et vice versa.

— Le circuit imprimé est un double face à trous métallisés portant la référence MSB/A chez Facim (19 rue de Hegenheim, 68300 Saint-Louis) chez qui il sera disponible dans quelques jours.

— Les straps utilisés pour la sélection du type de mémoire sont constitués par des picots métalliques à section carrée et au pas de 2,54 mm sur lesquels on enfiche ou non des cavaliers plastifiés munis d'un pont de court-circuit interne. De tels straps commencent à se trouver dans les magasins de composants micro-informatique. Nous ne les avons pas choisis pour vous compliquer à plaisir la tâche mais parce que c'étaient les seuls composants utilisables compte tenu de l'emplacement qui leur a été affecté sur le circuit imprime.

Conclusion

L'expérience de la description du Modem en deux parties nous ayant montré combien certains d'entre vous étaient impatients de tout savoir, précisons, afin de vous éviter du courrier, que nous décrirons les possibilités du Basic du Z 8671 dans notre prochain numéro et que nous prévoyons aussi de décrire une carte de programmation d'UVPROM (très simple) qui pourra se connecter sur ce système et qui recopiera en UVPROM le programme que vous aurez tout juste mis au point en RAM.

En attendant nous vous donnons rendez-vous le mois prochain pour la description de la réalisation de cette carte.

C. Tavernier.

TYPE DE MEMOIRE	N° DES STRAPS MIS EN PLACE
UVPROM 2 K x 8 2716	3 - 7 - 9
UVPROM 4 K x 8 2732	1 - 7 - 9
UVPROM 8 K x 8 2764	1 - 4 - 9 - 11 - 13
RAM NMOS 1 K x 8 4118 ou 4801	2 - 7 - 8
RAM NMOS 2 K x 8 4802, 6116, TMM2016	2 - 7 - 8
RAM pseudo-statique 4 K x 8 Z 6132	1 - 4 - 6 - 9 - 10 - 12
RAM CMOS 8 K x 8 HM 6264	1 - 5 - 7 - 8 - 13

Figure 5. Position des straps en fonction du type de mémoire utilisée.

Nomenclature des composants

Circuits intégrés

1 Z8671 Zilog
1 74373 ou 74LS373 TTL
1 74244 ou 74 LS244 TTL
1 7410 ou 74LS10 TTL
1 7400 ou 74LS00 TTL
1 MC 1488
1 MC 1489
1 mémoire RAM et UVPROM (voir texte et application)

Résistances et condensateurs

1 réseau de 8 résistances de 4,7 kΩ en boîtier DIL 16 pattes, 1 point commun
1 résistance de 1 kΩ 1/4 W 5%
3 condensateurs chimiques 22 µF/25 V
1 condensateur chimique 2,2 µF/10 V
2 condensateurs céramique 10 pF
8 condensateurs céramique multicouche 22 nF ou 0,1 µF (découplage)
1 condensateur mylar 0,1 µF (C280 Cogeco ou MKH de Siemens)

Divers

1 quartz 7,3728 MHz
1 bloc de 4 mini-interrupteurs en boîtier DIL
1 bloc de 13 straps au pas de 2,54 mm (Facim)
2 connecteurs pour câble plat, mâles, 2 x 10 contacts
1 connecteur Europe, mâle, coudé, 2 x 32 contacts
1 connecteur Europe, femelle, 2 x 32 contacts
4 supports de CI 14 pattes (1 facultatif)
2 supports de CI 20 pattes (1 facultatif)
1 support de CI 28 pattes
1 support de CI 40 pattes
1 circuit imprimé référence MSB/A (Facim)

ALIM A DE

Les alimentations à découpage se caractérisent par un rendement élevé, une caractéristique intéressante, en particulier dans tous les cas où l'autonomie constitue une donnée essentielle d'un système. De nouveaux circuits intégrés offrent maintenant des solutions élégantes à leur réalisation.

Une alimentation s'impose dans tout système électronique associant souvent petite et grosse puissance, sous différentes tensions débarrassées, autant que faire se peut, de parasites.

La méthode statique

Prenons un exemple simple. Soit à disposer d'une tension de 5 V sous une intensité relativement importante, 2 ampères par exemple, à partir d'une batterie de 12 V embarquée sur un engin autonome (un robot mobile, pourquoi pas). La solution la plus simple, pour obtenir ces 5 V, consiste à prendre un régulateur de tension qui fera chuter la tension de 7 V et qui sera traversé par le courant de 2 A. Cette solution conduit à une dépense inutile d'énergie, à un échauffement et à l'installation d'un dissipateur thermique encombrant.

La solution du régulateur statique (ou, si l'on préfère, de la «résistance» chutrice) conduit à un rendement assez déplorable puisque, dans l'exemple cité, pour une alimentation fournissant 10 W, on en dépense 24 : 14 W auront été dissipés en pure perte avec l'inconvénient annexe d'une réduction de l'autonomie de fonctionnement.

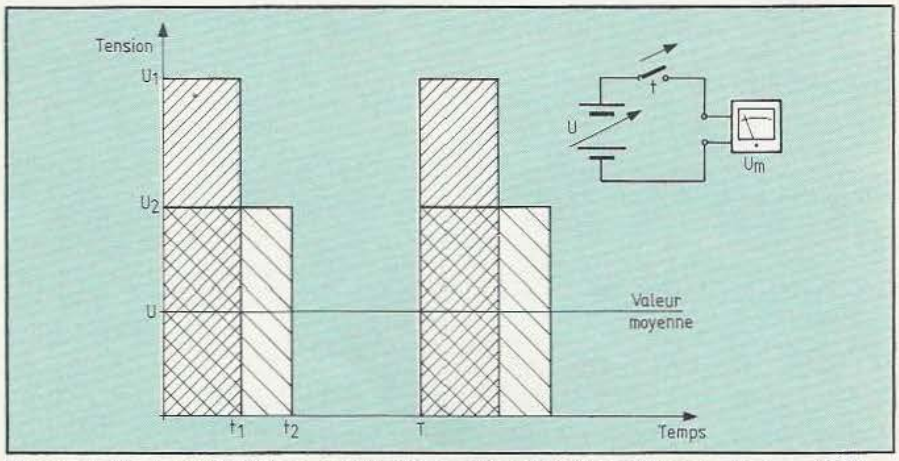


Figure 1. Trois possibilités pour obtenir la même tension moyenne : $U_1.t_1 = U_2.t_2 = U.T$.

Le découpage

Le principe du découpage est simple. On place un interrupteur en série avec la tension d'alimentation «brute». Cet interrupteur s'ouvre periodiquement pour laisser passer l'énergie nécessaire à la consommation du montage. La figure 1 donne le principe de ce découpage idéalisé. La tension primaire est de 12 V, la secondaire de 5 V. Le rapport cyclique est tel que la surface des deux rectangles reste identique. La tension moyenne, que l'on pourrait mesurer à l'aide d'un galvanomètre magnétoélectrique, sera la même. Bien entendu, il se révèle difficile d'exploiter une tension présentant une telle forme et l'on est donc appelé à utiliser un circuit de filtrage destiné à restituer une tension continue.

Avec une alimentation à découpage, le rendement théorique atteint 100%, toute l'énergie soutirée à la source étant restituée au circuit. Pratiquement, tout ne se passe pas aussi bien : l'interrupteur, le circuit de filtrage ainsi que le circuit électronique de commande de l'interrupteur absorbent une certaine énergie.

Régulation et découpage

En figure 2, nous avons ajouté un circuit de régulation : la tension de sortie sera comparée à une réfé-

IENTATIONS
COUPAGE

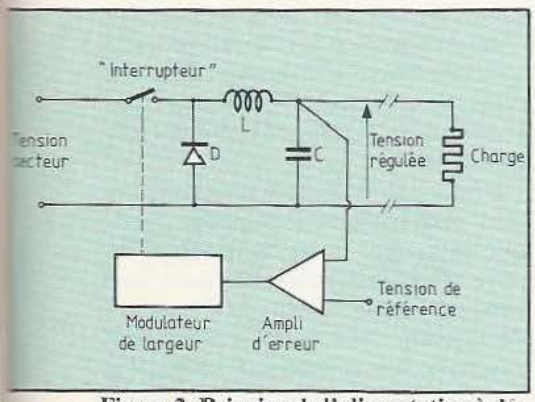


Figure 2. Principe de l'alimentation à découpage régulée.

rence ; la tension d'erreur résultante (prise, par exemple, aux bornes de la charge) commandera l'angle de passage du courant, c'est-à-dire le rapport cyclique du circuit de commande de l'interrupteur.
Le filtrage est assuré par un circuit LC, l'inductance emmagasine de l'énergie pendant le passage du courant au travers de l'interrupteur et la restitue pendant la durée de son ouverture. La diode D, diode de «roue libre» referme le circuit.

Fréquence de travail

Une fréquence de travail basse demande de gros condensateurs de filtrage et des inductances imposantes. On est donc appelé à travailler à des fréquences élevées situées le plus souvent dans la bande ultrasonique, de 20 à 100 kHz. On peut alors utiliser des inductances de quelques centaines de μH tandis que la capacité du condensateur de filtrage ne sera que de quelques centaines de μF.
Cela conduit à la réalisation de montages légers et peu encombrants, et à la réduction (voire à la disparition) du radiateur. Une fréquence de travail rapide demande des matériaux spéciaux comme une ferrite ou un métal amorphe pour l'inductance, des «interrupteurs» et des diodes très rapides. Pour les interrupteurs, on utilisera des transistors de commutation rapides ou des effets de champ de puissance, ces derniers permettant de travailler aux fréquences les plus hautes sous une puissance de commande infime.
Plus le composant interrupteur coupera rapidement la tension et moins la dissipation d'énergie sera élevée. On s'attachera également à disposer d'un composant qui, saturé, présentera la résistance série la plus faible : le circuit de commande assurant la saturation, pourra éventuellement, demander un courant relativement important.

Les alimentations secteur à découpage

Nous avons évoqué précédemment le cas des alimentations par batterie utilisables là où l'on n'a pas besoin d'isolement entre les masses. Dès que la tension secteur entre en jeu, on doit prévoir un transformateur d'alimentation, composant lourd et encombrant. L'emploi d'un régulateur à découpage offre toutefois certains avantages même dans ce cas. En effet, si l'on est tenu d'assurer une régulation par un moyen traditionnel, le transformateur fournira l'énergie nécessaire au montage augmentée de l'énergie perdue par effet Joule dans le régulateur statique. En revanche, avec un régulateur à découpage, le transformateur pourra bénéficier d'une réduction de taille étant donné le rendement élevé du régulateur. On peut aussi prévoir un transformateur ayant une tension de sortie quelconque (pas trop faible tout de même), une tension élevée au secondaire permettant, toutefois, au montage de supporter sans encombre des baisses de tension secteur ou même une coupure brève. La seule précaution à prendre sera alors de disposer de condensateurs de filtrage capables de supporter une tension relativement élevée.
Si maintenant on veut passer au stade ultérieur, on choisira l'alimentation à découpage utilisant directement la tension du secteur selon le schéma de la figure 3. Dans ce cas, la tension du secteur est transformée par redressement en une tension continue élevée, commutée par des composants haute tension, transistors bipolaires ou à effet de champ de puissance, qui laissent passer le courant dans le primaire

d'un transformateur abaisseur... Au secondaire, un redresseur rapide précède une cellule de filtrage. La tension secondaire peut être mesurée et comparée à une référence, et l'information d'erreur ira commander, par un coupleur souvent optique, le passage du courant dans le primaire.

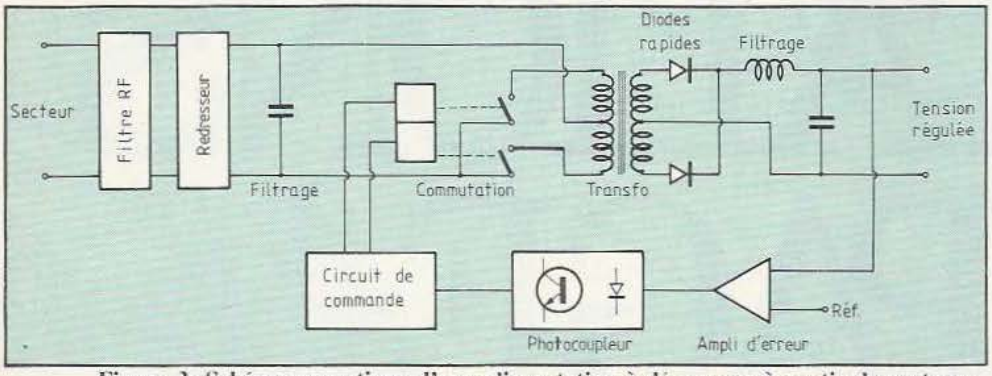


Figure 3. Schéma synoptique d'une alimentation à découpage à partir du secteur.

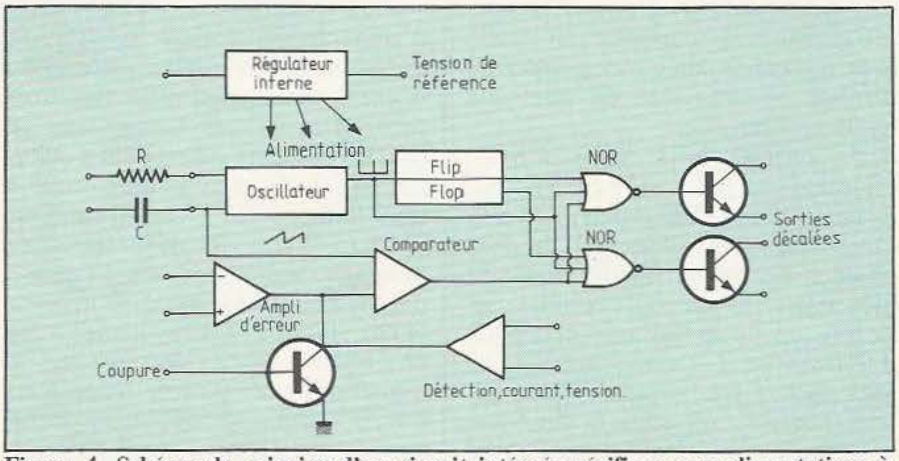


Figure 4. Schéma de principe d'un circuit intégré spécifique aux alimentations à découpage.

Nous aurons donc, avec ce principe, une séparation galvanique entre secteur et circuit basse tension. Là encore, on travaillera à des fréquences élevées de façon à disposer d'un transformateur de petite taille, aux enroulements possédant un nombre de spires réduit, mais dont la réalisation demandera des soins particuliers.

Les composants spéciaux

Les alimentations à découpage justifient l'étude de composants spécifiques, notamment au niveau des circuits intégrés qui autorisent des réalisations simples et compactes, avec un minimum de composants et de câblage comme nous le verrons dans l'application proposée.

La figure 4 donne le schéma d'un circuit intégré produit par la plupart des fabricants, il s'agit du SG 1524 de Silicon General.

Ce circuit dispose, en haut, de sa référence interne servant également à l'alimentation des circuits.

Une résistance et un condensateur détermineront la fréquence de travail de l'oscillateur.

L'amplificateur reçoit, sur une entrée, la tension de référence et, sur l'autre, la tension de sortie de l'alimentation avec éventuellement un potentiomètre de réglage. La dent de scie et la tension d'erreur attaquent les entrées d'un comparateur qui, en sortie, délivre un signal de rapport cyclique variable (voir figure 5).

La bascule donne deux signaux de phase inversée, signaux que l'on envoie sur des portes NOR dont la troisième entrée accueille une impulsion venue de la sortie de l'oscillateur, empêchant la conduction simultanée des deux transistors. Chaque sortie «de puissance» donne un signal dont le rapport cyclique varie de 0 à 45%; en mettant les deux transistors en parallèle, on obtient un signal à fréquence double, dont le rapport cyclique varie de 0 à 90%.

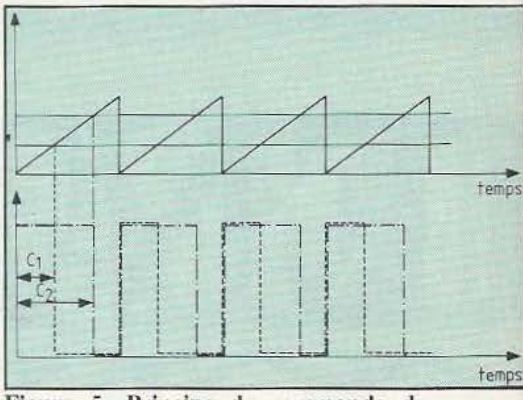


Figure 5. Principe de commande du temps de passage adopté dans la plupart des circuits intégrés.

Un transistor shunte la tension d'erreur pour réduire le rapport cyclique et couper la sortie. Cette coupure sera également obtenue à partir d'un amplificateur de détection de courant relié à des résistances externes; en cas de surcharge, les transistors de sortie seront coupés.

La conception des circuits de sortie à collecteur et émetteur ouverts autorise diverses configurations de conversion ou de découpage. Pour des alimentations de faible puissance, on utilisera directement les transistors internes capables de commuter 0,1 A, sinon, ces transistors attaqueront des composants de puissance.

Nous ne vous donnerons pas ici de schéma d'application pour ce type de circuit, les notices des fabricants livrant de nombreux exemples et donnant tous les renseignements nécessaires. Nous joignons à cet article une liste (limitée) de composants de commande d'alimentation à découpage : ce type de circuit jouit aujourd'hui d'une certaine vogue, de nouveaux circuits de commande plus ou moins sophistiqués sortant régulièrement, pour une plus ou moins longue carrière.

Sur un circuit sophistiqué comme le TDA 4700 de Siemens, on trouve

un oscillateur VCO permettant une synchronisation par comparateur de phase intégré, un générateur de rampe distinct de l'oscillateur et permettant un contrôle de l'ouverture en fonction de l'ondulation de l'alimentation, un flip flop de sortie évitant la conduction simultanée des sorties, un réglage de symétrie des ondes de sortie permettant d'éviter la saturation du transformateur, des comparateurs et amplificateurs de haute précision, un système de montée en douceur de la tension de sortie, des circuits de coupure en cas de mauvais fonctionnement ou de surtension ou de sous-tension et enfin un circuit pour la mesure du courant.

Si les transistors de puissance (à grande vitesse et haute tension) demandent un courant de base relativement important, les effets de champ de puissance n'ont pas la même exigence, d'où un rendement qui pourra être supérieur.

Ces composants, bipolaires ou MOS, existent avec une tenue en tension de plusieurs centaines de volts, ce qui permet de les employer pour des alimentations travaillant directement à partir de la tension secteur.

Le choix de fréquences de travail élevées demande des diodes rapides ayant un temps de recouvrement faible, de l'ordre de 50 ns.

La figure 6 donne la définition du

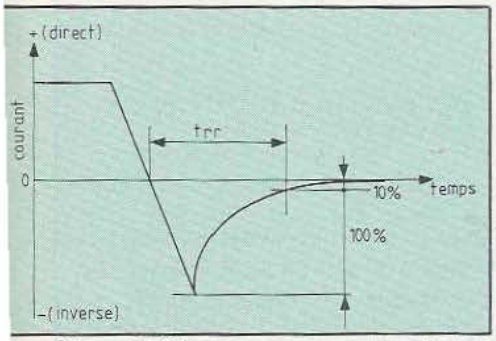


Figure 6. Diagramme permettant de définir le temps de recouvrement d'une diode en commutation.

temps de recouvrement inverse. Lorsqu'une diode conduit, elle accumule des charges; quand la tension s'inverse, le courant continue à passer, en sens inverse, jusqu'à ce que les charges aient disparu.

Plusieurs types de diodes sont proposés, les diodes rapides ou très rapides dont la chute de tension directe atteint 0,9 (pour les diodes à haut rendement) à 1,3 V. Cette chute de tension entraîne une perte dans la diode, perte créant un échauffement. Ces familles de diodes présentent une tension inverse élevée atteignant plusieurs centaines de volts. Les fabricants spécifient les temps de recouvrement de ces diodes : un temps très court réduira, aussi, la dissipation interne.

Les diodes Schottky ont l'avantage de produire une faible chute de tension directe (de 0,55 à 0,75 V suivant le type et la tension inverse). Cette dernière aura une faible valeur, quelques dizaines de volts seulement, ce qui suffit pour assurer un redressement basse tension ou la fonction diode de «roue libre» pour une alimentation à découpage avec tension primaire inférieure à 40 V.

Un composant important doit, la plupart du temps, être réalisé par le constructeur de l'alimentation : il s'agit de l'inductance de stockage ou du transformateur. Pour les inductances de stockage, on trouve des modèles standard, ou non, étudiés pour permettre la superposition d'un courant continu et du courant découpé à haute fréquence. N'importe quel matériau magnétique ne peut convenir car il s'agit de réduire les pertes au minimum, d'où l'emploi de ferrites.

Compte tenu du travail à haute fréquence, on devra utiliser, dans certains cas (pour un rendement maximum) du fil de litz, fil multibrin limitant l'augmentation de résistance des enroulements due à l'effet pelliculaire.

Siemens propose des enroulements originaux avec conducteurs en ruban intéressants à fréquence haute, technologie issue du bobinage des condensateurs. Ceux-ci constituent le dernier composant spécifique des alimentations à découpage.

Le condensateur est parcouru par un courant alternatif pouvant provoquer un échauffement préjudiciable à sa durée de vie.

Comme il ne s'agit pas d'un composant parfait, il présente une résistance et une inductance série constituant une impédance présentant un minimum à une fréquence donnée.

La mise en parallèle de plusieurs condensateurs permet d'abaisser cette impédance et d'augmenter la surface de refroidissement des condensateurs, d'où une utilisation plus rationnelle des composants.

Selon l'emplacement du condensateur, on choisira sa valeur en fonction de la fréquence de travail et du rôle qu'il aura à jouer : filtrage secteur, élimination de parasites, amélioration de la réponse dynamique de l'alimentation, lissage du courant de sortie.

Il reste encore à évoquer un autre problème, celui des parasites provenant soit de la source d'alimentation, soit de la commutation. On fera appel, le cas échéant et pour le primaire, à des anti-parasites constitués d'inductances et de condensateurs capables de supporter l'intensité demandée par l'alimentation et répondant aux normes de sécurité.

Du côté de l'utilisation, on multipliera les cellules de filtrage et on effectuera des découplages localisés au niveau des circuits sensibles, à moins que l'on ne préfère faire suivre cette régulation d'autres régulateurs, statiques cette fois. Enfin, un blindage pourra être employé contre les rayonnements.

Les alimentations «toutes faites»

Beaucoup de constructeurs d'alimentations traditionnelles se sont lancés dans les alimentations à découpage, moins encombrantes que les autres. On trouve des centaines de références qui, en partant d'une tension alternative du secteur ou continue et quelconque, donnent les tensions désirées. Ces fabricants proposent également de petits convertisseurs continu/continu qui, par exemple, en partant d'une tension de 5 V, procurent les ± 15 V nécessaires à l'alimentation de circuits analogiques.

Convertisseurs sans inductance

L'inductance est un composant pas toujours pratique à réaliser. On pourra s'en dispenser dans certaines applications de petite puissance.

Dans le cas de l'abaissement de tension, l'inductance facilite le filtrage mais, pour une faible puissance, on aura intérêt à ne pas s'occuper du rendement et à utiliser un régulateur classique...

Par contre, pour remonter une tension, il peut être intéressant d'utiliser un montage à pompe de charge permettant d'ajouter une tension ou d'obtenir une tension de polarité inverse. Ces montages n'ont pas besoin d'inductance ce qui n'empêche pas d'en tirer un bon rendement.

La figure 7 donne le principe de fonctionnement d'une alimentation de ce type. Les deux interrupteurs S1 et S2 sont commandés en opposition de phase. Dans un premier temps, S1 se ferme et permet la charge de C1 au travers de la diode D1, la tension aux bornes de C1 monte à la valeur de la tension d'alimentation, aux pertes dans les composants près. Seconde phase, S2 se ferme, S1 étant ouvert et «hisse» le réservoir, autrement dit le condensateur, au pôle positif de l'alimentation. La diode D2 se met à conduire et charge le condensateur C2 à deux fois la tension d'alimentation.

La figure suivante, 8, montre comment obtenir une tension presque symétrique en modifiant la place des diodes et la polarité du condensateur de sortie.

Pratiquement ce circuit fonctionne correctement, avec une chute de tension due aux chutes dans les diodes et dans les éléments de commutation ainsi que dans les transistors de puissance.

Intersil propose un circuit intégré utilisant ce principe mais en remplaçant les diodes par des commutateurs fonctionnant en synchronisme avec les commutateurs S1 et S2. Compte tenu des exigences en tension de commande, des transistors à effet de champ, ce circuit intégré, ICL 7660 permet de réaliser un convertisseur de tension négative (à faible courant de sortie) avec, simplement, deux condensateurs externes (figure 9). Ce circuit s'avèrera utile pour disposer d'une tension négative pour l'alimentation de circuits analogiques lorsqu'on ne dispose que d'une tension positive pour circuits logiques, + 5 V par exemple.

La note d'application du produit montre plusieurs exemples concrets d'utilisation de ce circuit, seul ou avec d'autres, pour produire des tensions positives ou négatives.

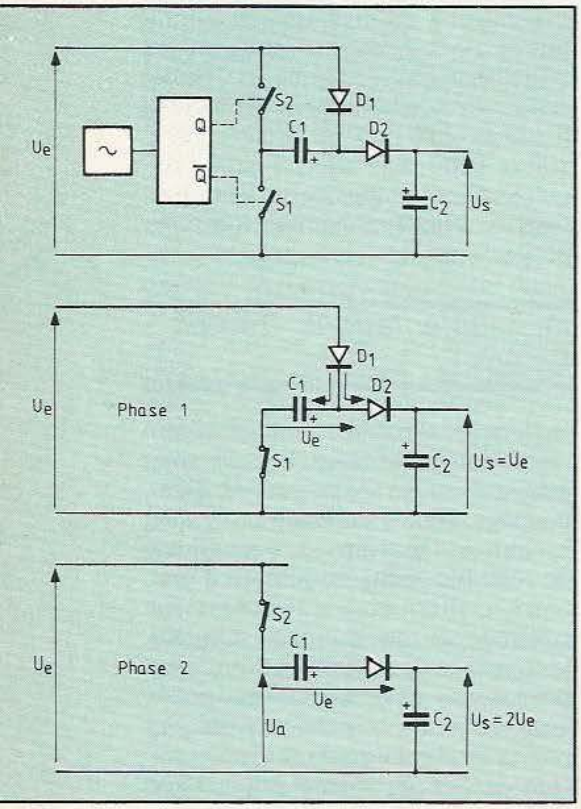


Figure 7. Doublage de tension sans transformateur ni inductance.

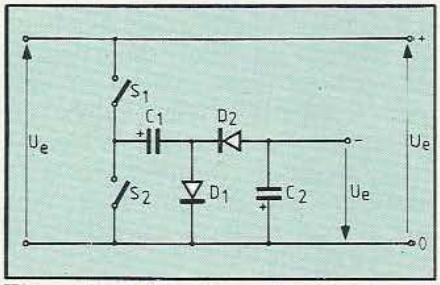


Figure 8. Variante de la figure 7 pour obtenir une tension négative.

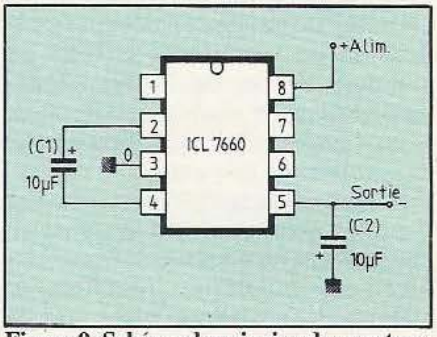


Figure 9. Schéma de principe du montage des CI Intersil.

Circuits intégrés pour alimentation à découpage (cette liste ne couvre évidemment pas tout le spectre des fabricants de CI ni tous les produits disponibles).
Fairchild : µA 78S (1,5 A, SH 1605 (5 A).
SGS : L 296, circuit complet.
Siemens : TDA 4600-2, TDA 4700, TDA 4714, TDA 4716 et TDA 4718.
RTC/Signetics : NE 5560 et 61, SG 3524, TDA 1060, TEA 1039.
Exar : XR 1524, 2524, 3524 (SG XXXX).
Ferranti : ZN 1066.
Texas : TL 494.
Intersil : ICL 7660, alim. à pompe de charge.
ITT : TCA 720, boîtier «pancake», produit une tension positive pour accord de diodes à capacité variable, tension primaire de 4,5 à 18 V.
Sprague : série 8126 (= SG 15, 25 et 3526), 8160 (= NE 5560), 8161 (= NE 5561).
Thomson-Efcis : TEA 4001, UAA 4001, UAA 4006, TEA 2018, TEA 2019, etc.
Inductances de stockage. Existent en versions standard surmoulées chez :
VAC, Ets Ballofet, 4 rue Brunel, 75017 Paris. 4 à 16 A, 60 à 960 µH.
Metalimphy, 168 rue de Rivoli, 75044 Paris Cedex 01 : 0,63 à 25 A, 21 à 5000 µH.
Ces inductances existent avec double bobinage permettant de modifier leur valeur par couplage série ou parallèle.
Transformateurs. Siemens fabrique, en France, des transformateurs à ferrite (à bobinage en ruban) pour alimentation à découpage. Sur mesure et en quantité.
Diodes rapides : pratiquement tous les fabricants de semi-conducteurs.
Condensateurs. Même remarque que ci-dessus.

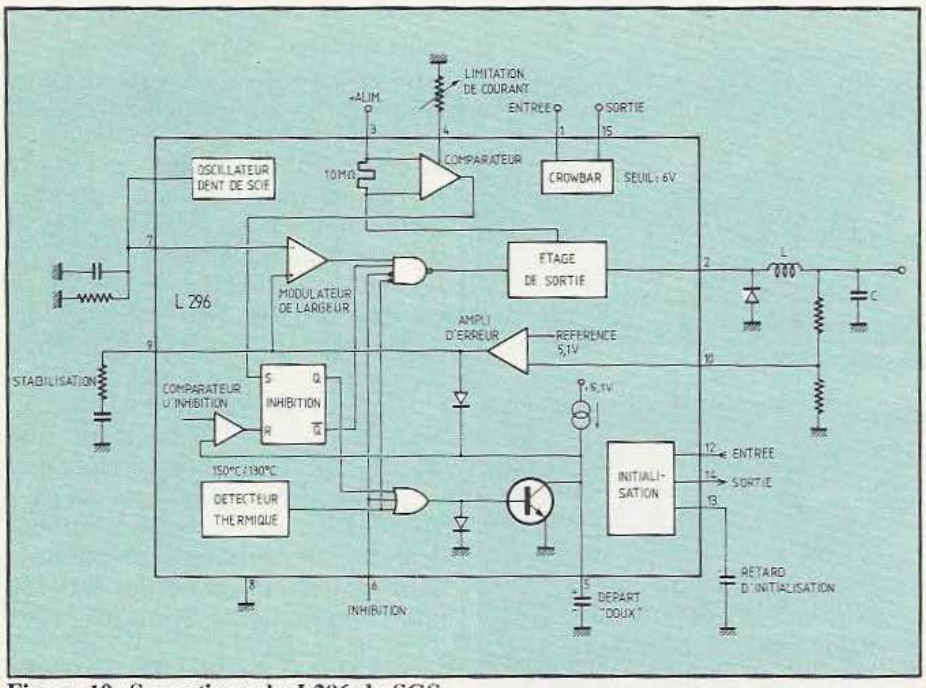


Figure 10. Synoptique du L296 de SGS.

Détail intéressant, le rendement de ce circuit intégré atteint 98% pour un débit de 1 mA et descend à 92 % pour 15 mA.

APPLICATION

Le découpage sans douleur

Avec son L 296, circuit intégré d'alimentation à découpage, SGS attaque un domaine tout à fait nouveau, celui de l'alimentation totalement intégrée ou presque. Le nombre de composants périphériques diminue considérablement comme on pourra le constater. Un kit d'évaluation est, par ailleurs, proposé par le fabricant.

LE L 296

Le L 296 est donc un circuit intégré conçu pour la réalisation, plus particulièrement, d'alimentations régulées à partir d'une tension amont maximale de 50 V : la tension de sortie pourra être choisie entre 5,1 et 40 V avec un débit maximal de 4 A. Pour cela, les circuits de commande ont pris place sur la puce de silicium à côté d'un transistor de puissance assez rapide pour permettre une commutation jusqu'à 200 kHz en conservant un rendement satisfaisant. La figure 10 donne le synoptique de ce circuit intégré, regroupant les éléments des circuits les plus sophistiqués : un oscillateur en dent de scie que l'on peut éventuellement utiliser pour synchroniser d'autres alimentations ; un amplificateur d'erreur exploitant la tension de sortie ou une fraction de cette dernière ; un condensateur, branché sur la borne 5, assurant un démarrage en douceur de la tension de sortie ; une entrée d'inhibition permettant une coupure volontaire de la tension de sortie ; un circuit mesurant la tension aux bornes d'une résistance métallique de 10 mΩ parcourue par le courant de sortie et commandant la coupure en cas de dépassement d'une valeur préréglée de 0,5 à 5 A, fixée par résistance (en l'absence de cette résistance, la coupure sera fixée à 5 A et 2,5 A avec 33 kΩ).
Nous découvrons également un circuit de «crow bar» seuillé à 6 V : le seuil dépassé, il sort un courant de commande pour un thyristor qui shuntera la sortie, déclenchant ainsi la sécurité interne. Ce circuit peut également, moyennant l'adoption d'un pont diviseur, comparer la tension amont afin d'éviter un claquage du circuit intégré en cas de surtension accidentelle (par exemple due à une coupure de la charge). Dans ce cas, le thyristor déchargera brutalement le condensateur de filtrage amont et fera fondre le fusible qu'on aura eu la prudence d'installer.
En bas, un circuit de remise à zéro peut déclencher un signal de sortie en fonction de la tension. Lorsque cette dernière descend au-dessous d'un seuil fixé, la sortie passe au zéro ; un condensateur retardera le rétablissement de ce signal après la disparition de la coupure. Ce dispositif permet, par exemple, de remettre le circuit à l'état initial après une mise sous tension ou une microcoupure.
La référence interne délivre une tension de 5,1 V à 2%.
Enfin, un circuit de protection thermique coupe le circuit dès que la température interne atteint 150 °C ; il rétablit le fonctionnement normal à 130° C.
Le L 296 est présenté en boîtier Multiwatt, pratique à monter. Ses 15 pattes en quinconce facilitent le dessin du circuit imprimé. Ce boîtier, extrapolation des TO 220 présente une masse métallique plane permettant le montage d'un radiateur à l'aide d'une seule vis. Nous avons expérimenté ce circuit et avons pu lui faire débiter 2,5 A sans lui adjoindre de radiateur (nous n'avons pas constaté d'échauffement excessif, la température du radiateur atteignant environ 65°, pour une fréquence de travail de 40 kHz). Il va de soi qu'une augmentation de la fréquence se serait accompagnée d'une température de fonctionnement supérieure.

Essais

Nous avons monté l'alimentation dans sa configuration minimale (figure 11), c'est-à-dire sans détection de surtension (ni amont ni aval), sans utilisation du circuit de remise au zéro, sans commande d'inhibition. Nous avons adopté un couple RC permettant d'obtenir une fréquence de 40 kHz. Pour la diode, nous avons choisi une Schottky en boîtier DO 220, diode 2 x 4 A dont les deux éléments ont été placés en parallèle.

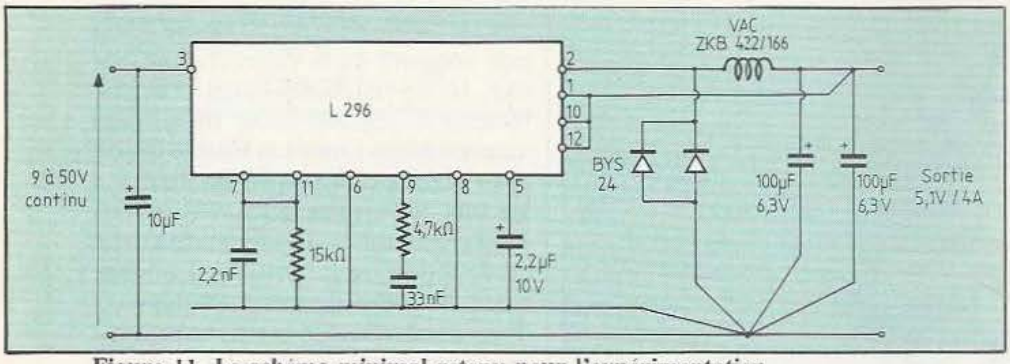


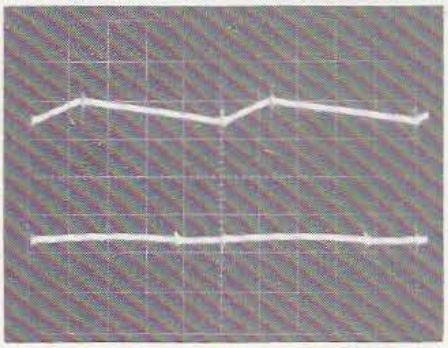
Figure 11. Le schéma minimal retenu pour l'expérimentation.

Pour l'inductance, vous trouverez dans la liste des composants la référence et l'origine des produits testés. SGS donne par ailleurs les références de circuits magnétiques à bobiner soi-même, les enroulements ne comportant qu'une quarantaine de spires. Nous avons effectué quelques mesures de rendement à diverses tensions d'alimentation et pour des courants de sortie de 2,5 et 4 A. Pour un courant de sortie de 2,5 A et une tension d'alimentation de 12 V, le rendement atteint 0,79; avec une tension d'alimentation de 30 V, le rendement passe à 0,81. Avec un courant de sortie de 4 A, le rendement se situe à 0,77 pour une tension d'alimentation de 30 V; il passe à 0,72 avec 12 V.

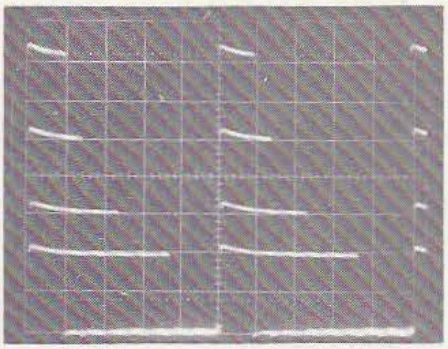
La tension minimale de fonctionnement étant de 9 V (à condition qu'il n'y ait pas d'ondulation) la plage utile de tension amont s'étage donc de 9 V à 50 V sans qu'il soit nécessaire d'effectuer la moindre adaptation.

Nous avons mesuré une tension d'ondulation de 5,5 mV pour un courant de sortie de 2,5 A avec une tension d'alimentation de 30 V et de 3,5 mV avec 12 V d'alimentation. Attention, ces tensions sont faibles mais cachent la présence d'impulsions à haute fréquence que l'on devra éliminer pour éviter toute perturbation des circuits logiques. On pourra éventuellement installer un second réseau LC en série avec le premier, avec une inductance n'ayant pas besoin d'être aussi sophistiquée que la première (voir oscillogramme A)

Le second oscillogramme montre la variation de rapport cyclique en



A. Oscillogramme de la tension alternative de sortie superposée à la tension continue de 5 V. En haut, nous avons une seule cellule de filtrage; en bas une seconde, moins efficace (inductance de 20 µH) a été ajoutée. Les signaux transitoires ont, en réalité, une amplitude supérieure, leur faible luminosité ne permet pas de les voir correctement. La sensibilité verticale est de 50 mV/division et l'échelon de temps de 5 µs/division.



B. Ici, nous avons superposé la tension de sortie du circuit intégré obtenue pour plusieurs valeurs de la tension amont. On notera la variation du temps de passage du courant en fonction de la tension d'alimentation, ce qui justifie la théorie! Echelle verticale : 5 V/division, horizontale : 5 µs/division.

fonction de la tension d'alimentation, cette tension a été relevée en sortie puissance du circuit intégré. Avec ou sans charge, la tension de sortie ne change pratiquement pas, mais un fonctionnement correct ne peut être obtenu à vide, le temps de passage du courant devant alors être nul (ou presque). La détection de court-circuit ainsi que la coupure thermique fonctionnent correctement comme nous avons pu le vérifier expérimentalement.

La figure 12 représente le schéma complet proposé par SGS, schéma permettant d'obtenir une tension indiquée dans le tableau, tension ajustée par un pont de résistances.

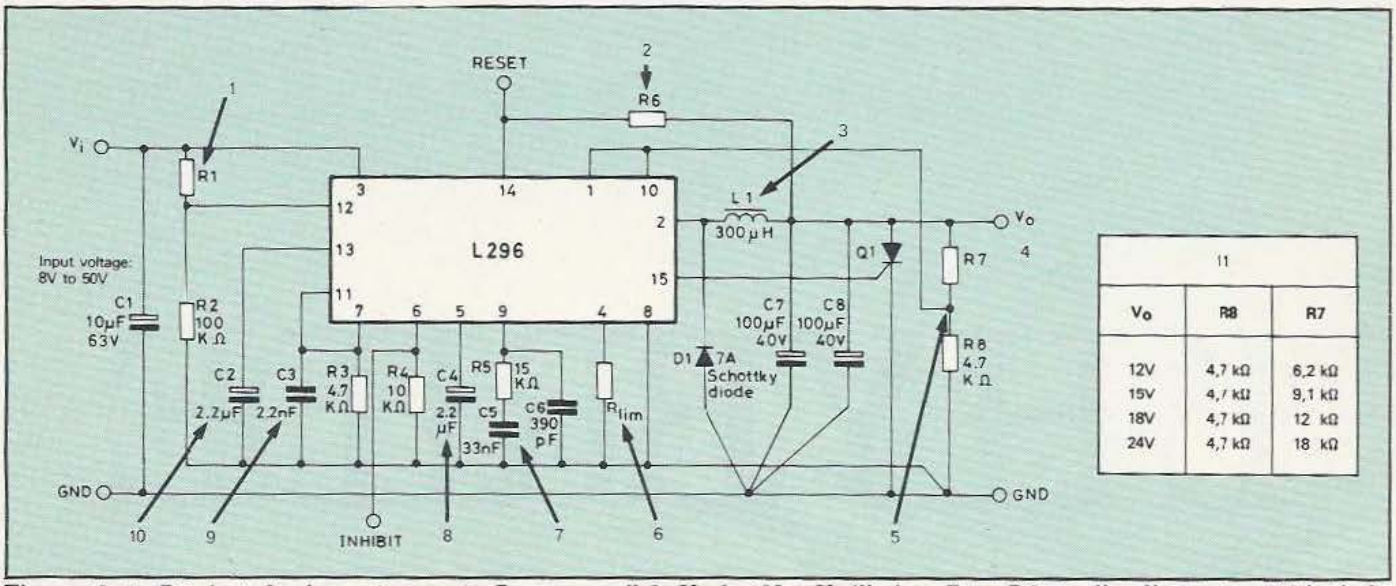
Nous signalerons également que SGS a modifié le dimensionnement de la diode Schottky dans sa dernière notice en préconisant un modèle de 7 A ou une diode rapide à haut rendement en boîtier DO 220 que l'on dotera éventuellement d'un dissipateur.

Les composants associés à l'oscillateur conduisent à une fréquence de travail de 100 kHz, fréquence ramenée à 40 kHz compte tenu de l'inductance de filtrage utilisée.

On remarquera sur le schéma de principe, comme sur celui du circuit imprimé, le tracé particulier de la ligne de masse évitant de faire circuler un courant important et pulsé dans la ligne où sont branchés les composants «faible courant».

Autres utilisations du L 296

On peut donc utiliser toutes les possibilités du L 296 en installant un nombre limité de composants périphériques; à chacun d'adopter la configuration correspondant à ses besoins. La note d'application de SGS mentionne d'autres utilisations du L 296, comme prérégulateur par exemple. Sa tension de sortie est réglée à 5,8 V et des régulateurs statiques à faible chute de tension directe (L 4805 et L 387) abaissent la tension de sortie à 5 V. Elle montre également l'emploi en parallèle de plusieurs L 296 synchronisés, chacun délivrant une tension différente. Un schéma permet de sortir 10 A grâce à un transistor externe monté en émetteur commun. Un autre utilise un transformateur pour délivrer une tension auxiliaire négative; enfin, la der-



11		
Vo	R8	R7
12V	4,7 kΩ	6,2 kΩ
15V	4,7 kΩ	9,1 kΩ
18V	4,7 kΩ	12 kΩ
24V	4,7 kΩ	18 kΩ

Figure 12. 1 : R1 ajuste le niveau de «reset». Pour un seuil de Vo de 100 mV, éliminer R1 et R2 et relier directement 12 à 10. 2 : Résistance de charge de collecteur pour la sortie de «reset». 3 : Inductance de filtrage, voir suggestion en fin d'article. 4 : Tension de sortie 5,1 à 40 V, I max. : 4 A. 5 : R7 et R8 ajustent la tension de sortie ; pour une tension de 5 V, éliminer R8 et remplacer R7 par un strap. 6 : Règle la valeur du courant de sortie, peut être enlevée pour avoir un déclenchement de la sécurité à 5 A. 7 : Circuit de compensation en fréquence. 8 : Ajuste le temps de mise sous tension (départ en douceur). 9 : R3, C3 règlent la fréquence de découpage. 10 : C2 règle le temps de retard du circuit de «reset», sera omis si la fonction n'est pas requise. 11 : Valeur des résistances du pont de sortie pour des tensions de sortie standard.

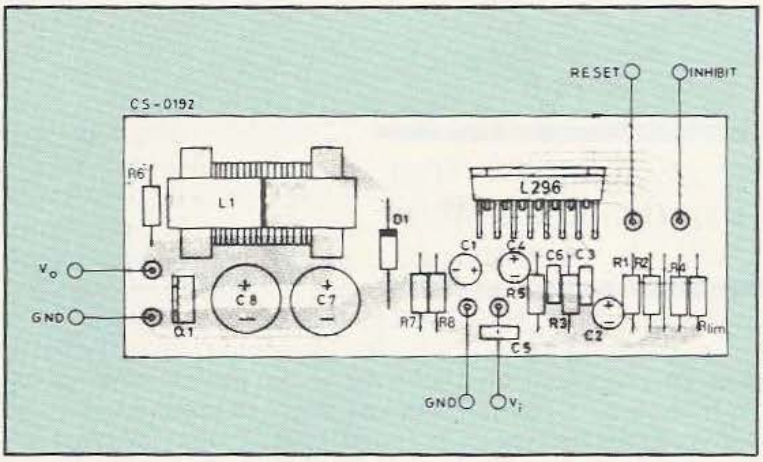


Figure 13. Le circuit imprimé proposé dans le kit d'évaluation.

nière suggestion concerne l'élévation de tension grâce à un semiconducteur auxiliaire (Fet de puissance).

Conclusions

La réalisation d'alimentation à découpage devient quasiment un jeu d'enfant avec ce nouveau circuit intégré qui constitue une première mondiale. Ce circuit préfigure ce que sera l'alimentation à découpage de demain (peut-être verrons-nous dans cette série des modèles simplifiés, par exemple sans «reset» ni inhibition, plus faciles à monter grâce à un nombre de pattes limité). On pourrait également envisager l'intégration d'une diode rapide qui bénéficierait du même radiateur. D'ores et déjà, ce circuit remporte un grand succès : on dit qu'une société américaine en aurait commandé 9 millions ! Espérons que les délais de livraison n'auront pas trop à en souffrir...

Etienne Lémery

Inductances standard

VAC, importé par Ets Ballofet, 4 rue Brunel, 75017 Paris.
Référence : 422/166-51-H2, 6, 3 A, 380 µH.
Métalimphy, 168 rue de Rivoli, 75001 Paris.
4 A, 400 µH. Référence IS 4-400.
Ces deux inductances présentent deux enroulements qui, en série, permettent d'obtenir les inductances ci-dessus. En mettant les deux enroulements en parallèle, le courant sera doublé et l'inductance divisée par 4.

Circuits magnétiques

Noyau	Carcasse	Bobinage	Entrefer
Thomson GUP 20 x 16 x 7	CAR 2016	50 spires 0,8 mm	0,7 mm
Siemens EC 35 x 17 x 10 (B66337-G0500-X127)	B66272-A1001-T001	40 sp, 2 x 0,8 mm	

TEST

L'HYBRIDE SUR LE COUP

A moitié japonaise, à moitié française, à moitié imprimante, à moitié table XY : c'est la Colortrace.

Les machines capables de fonctionner en mode table traçante ou en mode imprimante commencent à être assez répandues et, si vous êtes un fidèle lecteur de *Micro et Robots,* vous avez déjà pu en voir quelques échantillons avec les bancs d'essais des ordinateurs de poche Sharp PC 1500 et Sanco TPC 8300. Ces machines étaient de tailles très réduites puisqu'elles imprimaient sur du papier de moins de 6 cm de large.

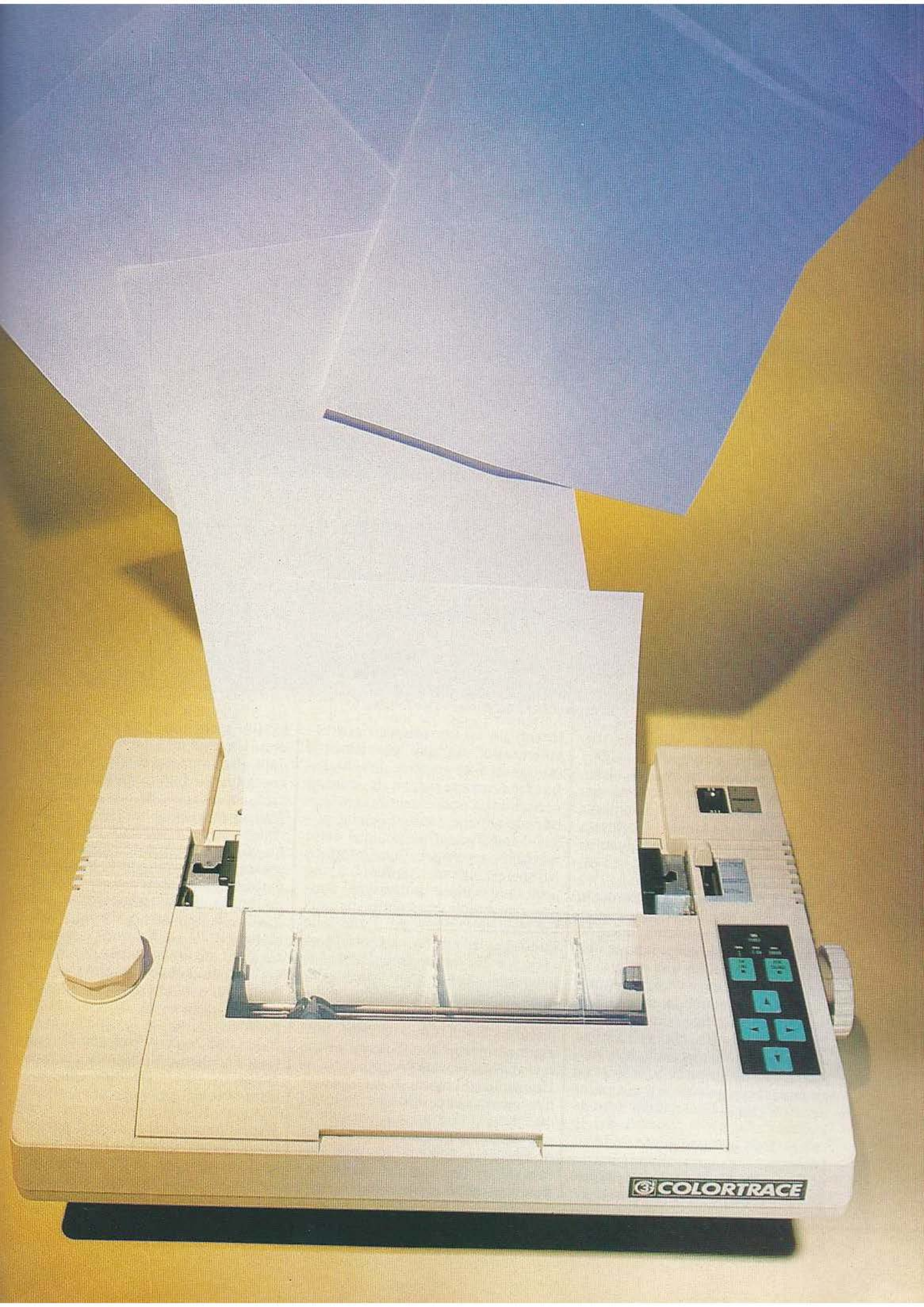
Un pas a été franchi avec l'imprimante Oric MCP 40, également présentée en banc d'essais dans *Micro et Robots n° 2* qui, elle, acceptait du papier de 12 cm de large. Malgré cela, ces deux familles de machines, pour intéressantes qu'elles soient, ne peuvent prétendre à de véritables applications professionnelles car la taille de leur papier est un handicap quasiment rédhibitoire.

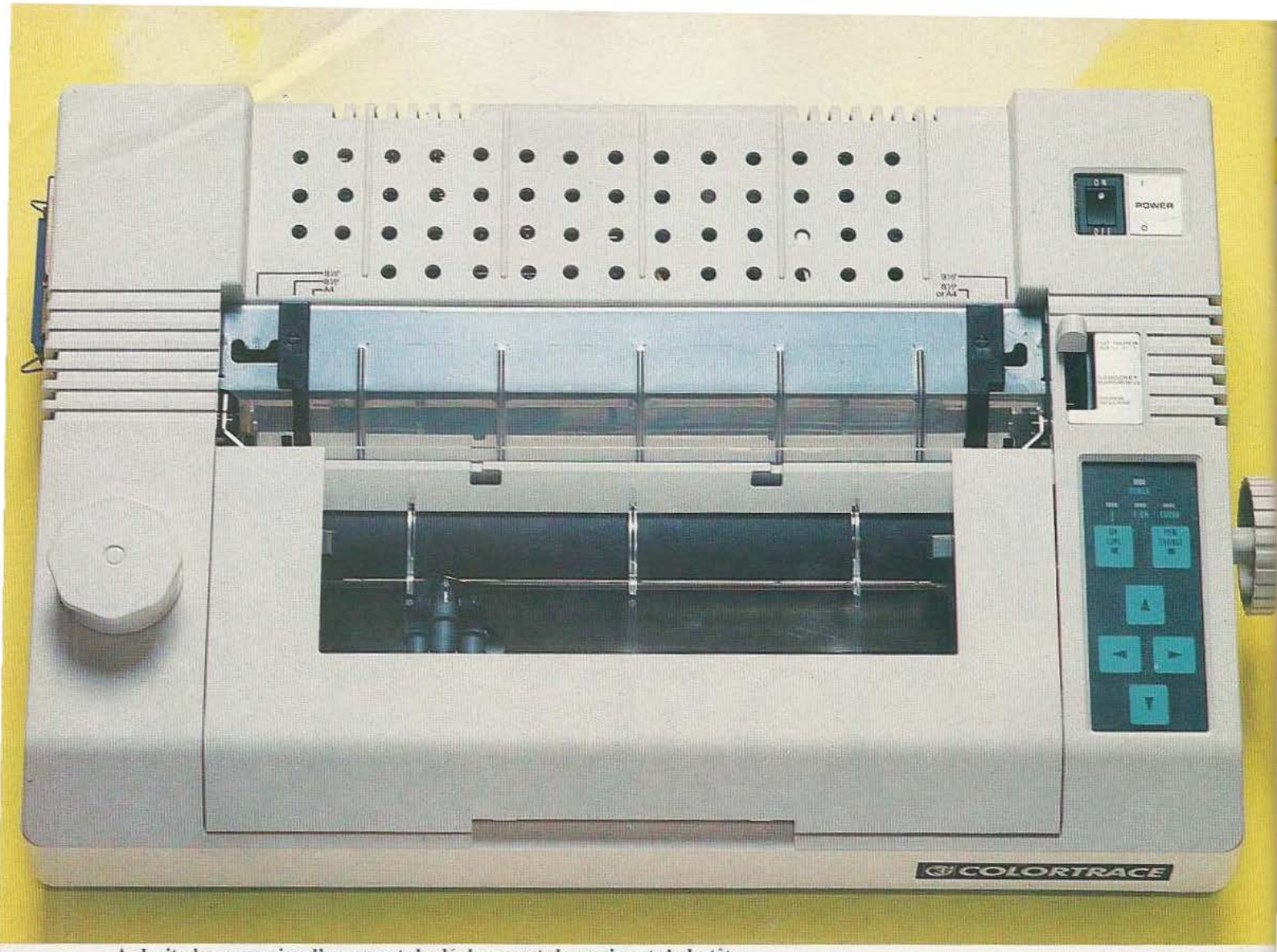
La table traçante Colortrace que nous vous présentons aujourd'hui fait un pas de plus vers le professionnalisme en acceptant du papier au format A4 et en proposant un entraînement à friction ou à picots apte à travailler avec tous les types de papier. Les particularités de cette machine ne s'arrêtent pas là comme nous allons le voir dans les lignes qui suivent.

Présentation

L'aspect de la machine est classique pour une imprimante et, hors la présence de touches repérées par des flèches et d'une touche de changement de stylo, rien ne permet de la distinguer d'une vulgaire imprimante. Les dimensions sont assez faibles eu égard à la taille du papier utilisable puisque la machine occupe une surface de 385 mm sur 262 mm pour une hauteur de 77 mm seulement. Elle devrait donc trouver sa place même sur des plans de travail très encombrés. Sa masse surprend, et ce d'autant plus que les dimensions sont faibles, en effet elle approche les 6 kg.

La face supérieure, outre la fente d'insertion du papier et le capot donnant accès au mécanisme d'impression, reçoit un interrupteur marche/arrêt et un groupe de six poussoirs façon «touches à effleurement» (en fait se sont des touches normales à très faible course qui ne dépassent pas de leur plan de montage). Quatre de ces poussoirs permettent de faire déplacer la tête d'impression vers la gauche ou vers la droite et le papier vers le haut ou vers le bas. En effet, si dans une vraie table traçante le chariot porte-plume peut se déplacer dans les deux directions, ici la tête d'impression ne peut faire qu'un mouvement horizontal et il faut donc pouvoir faire déplacer le papier d'avant en arrière pour simuler un déplacement vertical de la tête.


COLORTRACE



A droite les poussoirs d'avance et de déplacement du papier et de la tête.

La machine étant capable de travailler avec quatre couleurs différentes, un poussoir permet de changer de stylo et donc de couleur. Cette commande est, évidemment, possible aussi par logiciel. Enfin, un dernier poussoir commande la mise «on line» ou «off line» de la machine.

Quatre Led complètent ce panneau de contrôle : une Led de mise sous tension, une Led «on line», une Led indiquant le mode graphique et une Led rouge signalant une erreur.

Un levier permet le chargement du papier et la sélection du mode d'entraînement (friction ou traction). Précisons que le choix du type d'entrainement se résume à la manœuvre de ce levier et qu'il n'est en aucune façon nécessaire d'ajouter ou d'enlever des éléments dans la machine. Ce n'est pas toujours le cas et nous estimons utile de le signaler.

Enfin un bouton débrayable permet de faire avancer le papier manuellement pour le positionner correctement, par exemple lors des opérations de mise en place de celui-ci.

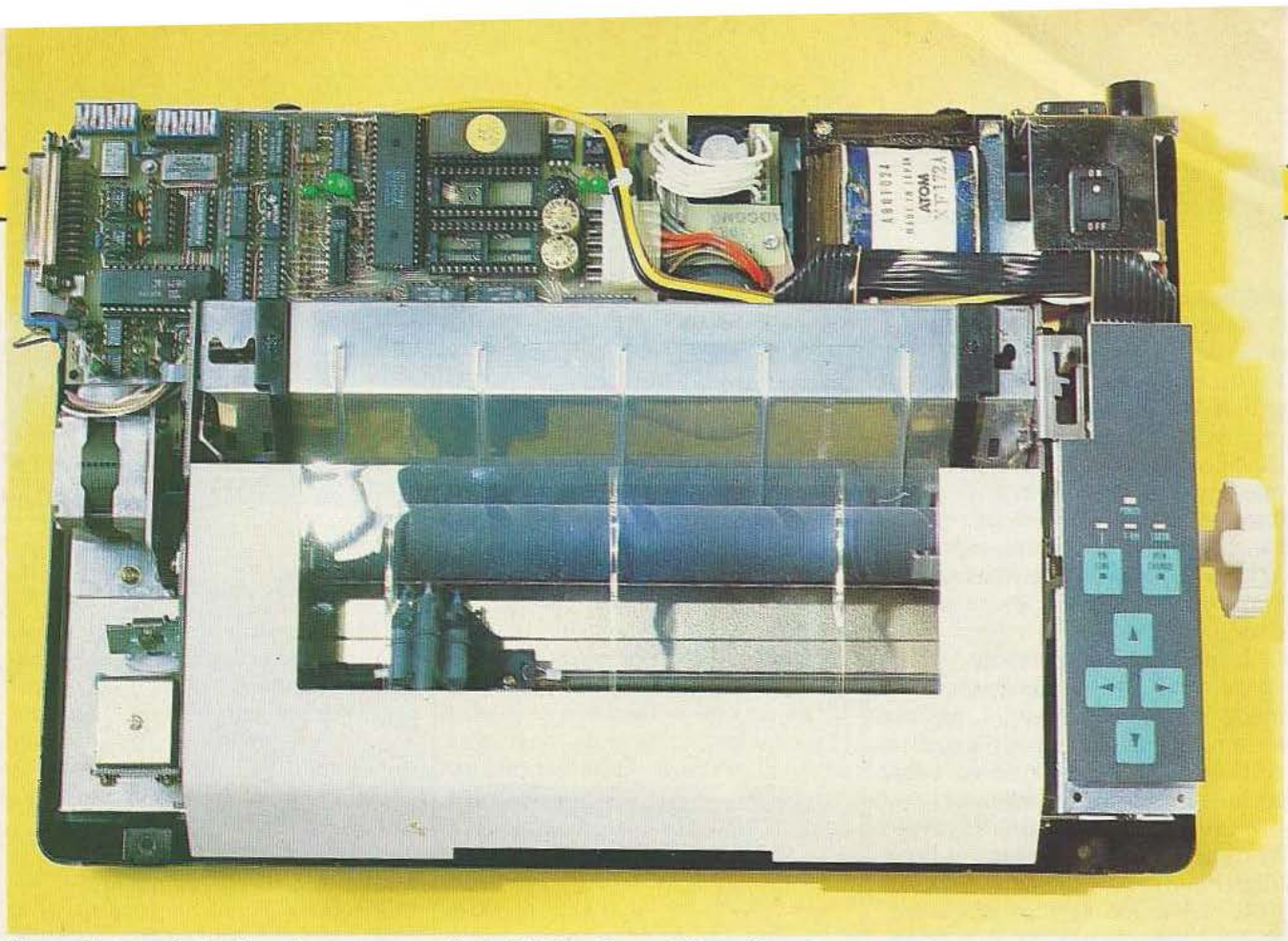
La face arrière reçoit le cordon secteur et un porte-fusible, et la face latérale gauche est dédiée aux prises d'interface. En standard cette machine est équipée d'une interface parallèle Centronics munie d'une prise normalisée autorisant ainsi une connexion immédiate sur tous les matériels disposant d'une telle interface. En option, des interfaces série RS 232 ou parallèle IEEE 488 peuvent vous être proposées, conjointement à des buffers d'entrée et des extensions du logiciel intégré. Nous en parlerons plus avant dans ce banc d'essais au paragraphe extensions.

Un manuel d'emploi en Français est livré avec cette machine ; manuel qui, pour la version que nous avons eue entre les mains, comportait de nombreuses corrections sous formes de feuilles agrafées sur les pages incorrectes. Cela ne nuit pas à la lecture mais n'est pas très esthétique. Un manuel à jour doit cependant être fourni normalement avec les machines livrées actuellement.

Utilisation

La mise en service de l'appareil ne présente pas de difficulté, le manuel étant explicite sur ce point (malgré les fautes d'orthographe pour lesquelles il détient un record en la matière !). Il faut dire que ce manuel est écrit en Français par des Français qui ont conçu la partie électronique de la machine ce qui signifie qu'ils connaissent ce dont ils parlent.

Pour une vérification rapide, ou pour une démonstration de ces possibilités, cette machine dispose d'un autotest intégré qui, outre la fonction de test de ses organes internes permet d'avoir une bonne idée d'ensemble de ses possibilités. Ce test s'active indépendamment de toute connexion à un ordinateur



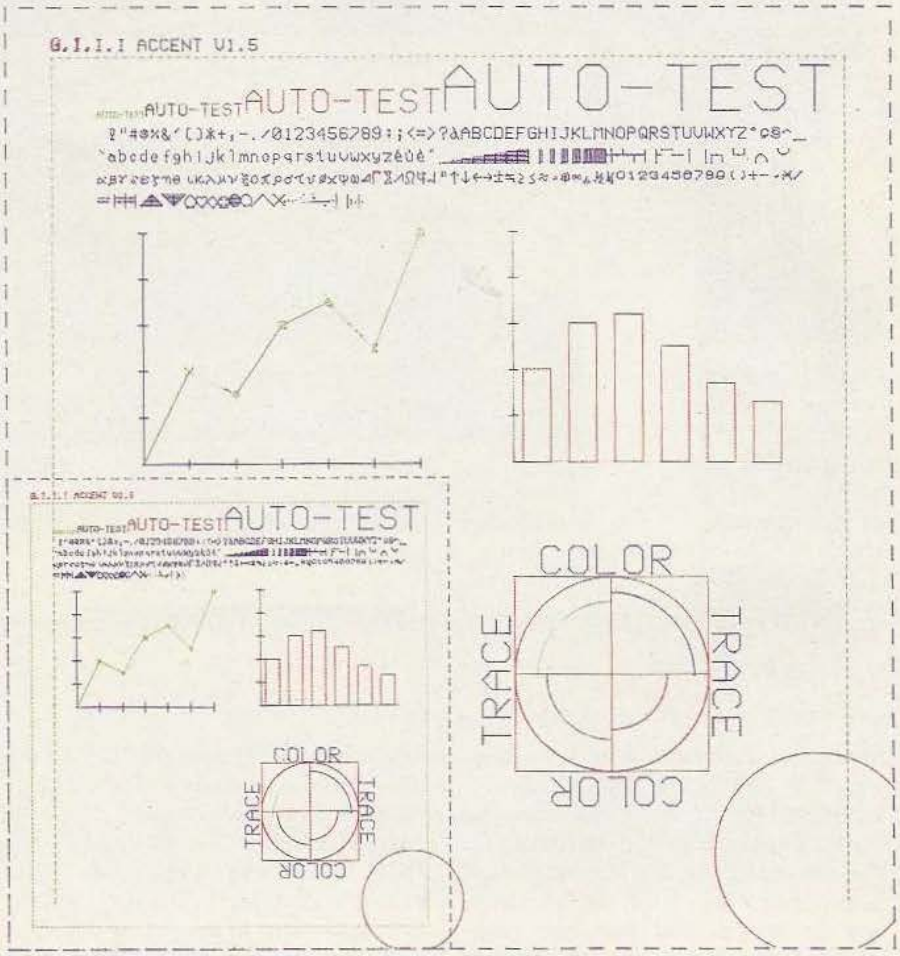
Occupation maximale du volume : une partie de l'électronique est française.

et produit le résultat dont vous pouvez voir un exemplaire ci-joint.
L'utilisation de la Colortrace en mode imprimante est particulièrement simple si ce n'est qu'il faut prendre la précaution de sélectionner ce mode, soit par une commande logicielle, soit lors de la mise sous tension de la machine en pressant une touche en même temps que l'on manipule l'interrupteur marche/arrêt ; en effet, la machine démarre systématiquement en mode graphique. Compte tenu des possibilités graphiques de la machine, il est possible de programmer la taille des caractères utilisés au moyen d'une commande du mode graphique ; il est également possible, à tout instant de changer de couleur d'impression par envoi des caractères de contrôle appropriés.
Compte tenu du procédé d'impression adopté (voir la partie technique) la vitesse d'impression n'est pas très élevée puisqu'elle atteint seulement 8 caractères par seconde en mode 80 caractères par ligne et 15 caractères par seconde en mode 132 caractères par ligne. En contrepartie, les caractères sont très jolis car ils sont dessinés (on est table traçante ou on ne l'est pas !) sur le papier.
Si vous disposez d'une interface série optionnelle ou IEEE 488 également optionnelle, vous bénéficiez en plus d'un buffer ou tampon de 26000 caractères ce qui permet à la machine de poursuivre son impression à sa vitesse propre en libérant votre calculateur dès qu'il a rempli le buffer de la machine. Comme ce remplissage se fait à très grande vitesse (sous réserve d'avoir choisi une vitesse élevée sur l'interface série) le temps d'immobilisation de votre calculateur pour l'impression est très réduit et n'est pas lié aux 8 ou 15 caractères par seconde évoqués ci-avant. Si vous n'avez que l'interface Centronics d'origine ou l'interface série 300-2400 Bauds qui peut aussi être livrée d'origine, il vous faudra attendre.
L'utilisation en mode graphique requiert un peu plus de travail comme il se doit mais le logiciel intégré facilite énormément celui-ci, qu'il soit utilisé à partir de langage machine ou de langages plus évolués.

Logiciel et fonctionnement graphique

L'agrément que l'on trouve à utiliser une table traçante est directement lié à ses possibilités logicielles. Il est en effet beaucoup plus facile de tracer un cercle si la table comprend une telle commande de tracé (pour laquelle on ne doit spécifier que le centre et le rayon) que si la table ne comprend rien ; en effet, dans ce dernier cas il faut que le calculateur se charge de tous les calculs du tracé et commande en conséquence les déplacements du chariot d'impression. Cela augmente le poids du logiciel et, si c'est réalisé en langage évolué, cela augmente aussi considérablement les temps de tracé.
La Colortrace est donc munie d'une électronique à base de microprocesseur qui lui permet de comprendre et d'exécuter un certain nombre de «macro» commandes graphiques.
Toutes les commandes sont constituées par une ou plusieurs lettres suivies par un ou plusieurs paramètres numériques. Cela signifie qu'il est possible de les utiliser à partir de n'importe quel langage ; ainsi, pour tracer un cercle de centre 100,100 et de rayon 10, vous devez faire, à partir du Basic :
LPRINT «W,100,100,10,0,360,0»
ce qui signifie tracer un cercle de centre situé en 100,100 de rayon 10 commençant avec un angle nul et

parcourant 360° (cette commande permet en effet de tracer aussi des arcs de cercles) et dont le tracé tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (inutile pour un cercle mais utile pour un arc).
Cette simplicité d'emploi des commandes liée au nombre de commandes disponibles est très agréable. Nous n'allons pas les passer en revue ce qui serait fastidieux mais nous pouvons citer, entre autres choses :
— la possibilité de choisir la couleur du tracé (utilisable aussi pour le mode imprimante mais en passant en mode graphique pour exécuter cette commande puis en revenant au mode imprimante ensuite) ;
— la possibilité de définir les types de traits tracés entre pleins et pointillés de diverses tailles ;
— la possibilité de faire des tracés en coordonnées absolues ou relatives. Dans ce dernier cas on peut spécifier une origine où l'on veut et les coordonnées relatives sont alors mesurées par rapport à celle-ci ;
— le pas du tracé peut être choisi entre 0,1 mm et 0,05 mm ce qui offre une bonne résolution ;
— la tête d'impression peut être déplacée sans écrire en mode absolu ou relatif comme pour le tracé ci-avant ;
— l'on peut imprimer du texte parmi les tracés, sans revenir au mode imprimante ; ce texte peut être écrit dans n'importe quelle direction (de gauche à droite, horizontalement, à l'envers, de bas en haut verticalement et de haut en bas) ;
— il est possible de tracer des cercles ou des arcs de cercles (voir ci-avant) ;
— l'on peut aussi réaliser des histogrammes au moyen d'une seule commande pour le tracé de chaque rectangle entrant dans la constitution de ceux-ci ;
— enfin, on peut définir des axes horizontaux et verticaux et graduer ceux-ci au pas désiré.
L'exploitation de ces commandes ne demande qu'un minimum d'apprentissage dont la phase la plus longue est la recherche dans la notice de la syntaxe.

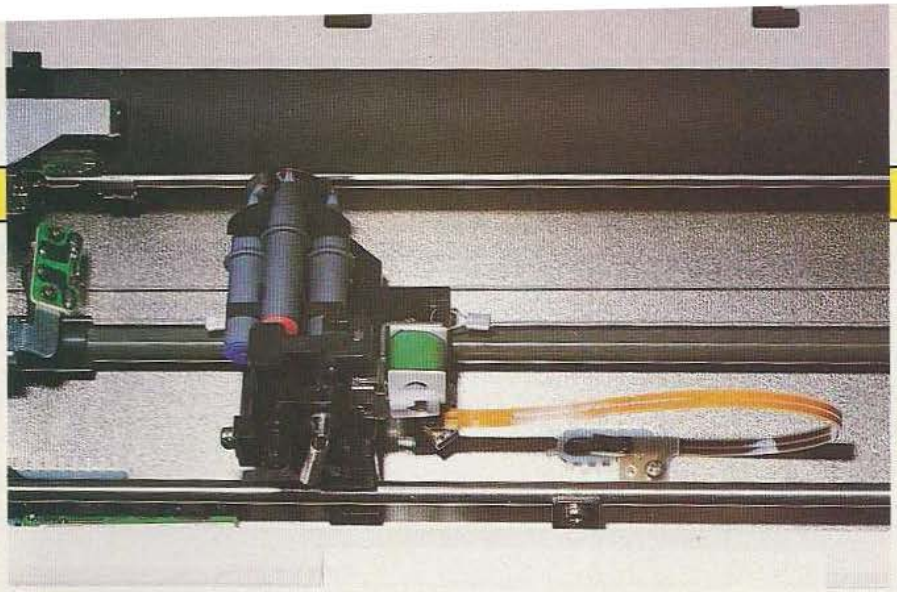


Quelques possibilités dévoilées par un autotest.

Un petit dépliant résumant les commandes et la fonction des paramètres qui y sont utilisés, serait le bienvenu pour une utilisation encore plus agréable.

La technique

La conception de cette machine est originale en ce sens que la partie mécanique, l'électronique de base et le boîtier viennent du Japon alors que l'électronique d'interfaçage est réalisée en partie en France par la société G3I.
La mécanique est analogue à celle des machines utilisées sur le Sharp, le Sanco ou l'Oric évoquées précédemment ce qui n'est pas étonnant puisque dans les trois cas, elle est signée Alps. Rappelons que cette mécanique se compose d'un moteur pas à pas qui entraîne de façon presque directe le tambour d'avance du papier. Un autre moteur, via des câbles métalliques, permet de déplacer la tête. Cette dernière est un barillet rotatif comportant quatre stylos qui permettent donc à tout instant de disposer de quatre couleurs. Le stylo sélectionné est appuyé sur le papier par un doigt commandé par un électro-aimant et la combinaison : appui — déplacement de la tête — déplacement du papier permet de dessiner ce que l'on veut dont les caractères en mode imprimante. Le tracé est donc de bonne qualité mais est d'autant plus lent que le dessin est complexe. Le changement de stylo s'obtient par rotation du barillet commandée par un électro-aimant.
Le changement des stylos est facile en raison de leur taille importante qui permet de disposer d'une réserve d'impression suffisante. Pour éviter qu'ils ne sèchent, le barillet s'enlève sans outil, et peut-être placé dans un petit boîtier sur le



La tête d'impression montée sur un chariot.

dessus de l'imprimante pendant les longues périodes d'inaction. Ces stylos sont approvisionnés et vendus par G3I et ils ne devraient donc pas poser de problème.

L'électronique de base, c'est-à-dire celle qui pilote les moteurs pas à pas, la tête et l'interface Centronics d'origine, est articulée autour d'un microprocesseur 6803, un circuit avec mémoire vive et entrées-sorties incorporées (un peu plus puissant que le 68705 que vous commencez à connaître si vous suivez cette revue depuis ses débuts). Quelques circuits TTL le complètent sur un circuit imprimé très propre en verre époxy double face à trous métallisés et sérigraphié. Si vous faites l'acquisition des interfaces et du buffer proposés par G3I, une deuxième carte, française celle-là, viendra coiffer ce circuit imprimé. Sur cette carte un Z 80 associé à des UVPROM pour le logiciel et des RAM dynamiques pour le buffer trouve sa place. Dans la version interface série de nombreux mini-interrupteurs permettent de choisir les différentes configurations d'emploi. Ce circuit imprimé est aussi du double face (à trous métallisés) mais sa finition n'est pas aussi professionnelle que celui d'origine. Les soudures de celui que nous avons eu entre les mains étaient réalisées à la main et non à la vague. Cela ne nuit pas à la qualité et correspond à une production en série beaucoup moins grande que celle du géant japonais Alps ce qui se comprend puisque ces interfaces ne sont proposées, pour l'instant, que sur le marché français alors que les mécanismes Alps sont vendus dans le monde entier.

En conclusion, nous sommes en présence d'un produit correctement fabriqué qui ne devrait pas poser de problème. De plus, du fait de la fabrication française d'une partie de l'électronique, une maintenance rapide devrait pouvoir être assurée par G3I.

Les extensions

Nous avons déjà abordé ce sujet, aussi serons nous assez brefs. La machine de base appelée Colortrace I dispose d'une interface Centronics parallèle et d'un buffer de 1,5 K-octets. Une autre version existe sous la référence Colortrace II et permet de disposer du même buffer mais d'une interface Centronics et d'une interface série RS 232 programmable de 300 à 2400 bauds.

Indépendamment de cela, deux cartes d'extension vous sont proposées :

— une carte interface série RS 232 fonctionnant de 1200 à 19200 bauds (attention, elle ne descend pas au-dessous de 1200 Bauds !) et disposant d'un buffer de 26 K-octets ;

— une carte d'interface IEEE 488 disposant de ce même buffer de 26 K-octets. Ces cartes sont fournies avec un logiciel orienté Apple II permettant le tracé facile d'histogrammes, de «camemberts» (portions de cercles représentant des pourcentages), de hachures, etc.

Nous ne pouvons être plus explicites sur ce logiciel que nous n'avons pas eu entre les mains. Le fonctionnement du buffer est, par contre, très agréable et permet de ne pas perdre de temps lors de l'utilisation de la machine en mode imprimante.

Nous ne ferons qu'un reproche à ces cartes : leur prix qui est presque la moitié de celui de la machine complète (6900 francs HT pour la machine, 3500 francs HT pour une carte d'interface avec buffer 26 K et logiciel Apple).

Conclusion

Cette machine présente un intérêt indiscutable car elle comble un trou existant entre les tables conventionnelles et les imprimantes ordinaires, même si certaines de ces dernières disposent d'un mode graphique.

Le fait que la Colortrace accepte du papier au format A4 est un argument qui milite en sa faveur et lui ouvre tout un domaine d'applications semi-professionnelles ou professionnelles.

A notre avis, cette machine est intéressante si vous faites du dessin ne nécessitant pas une table traçante de grande dimension (format A3 par exemple) et si vous souhaitez aussi pouvoir imprimer de temps en temps du listing ou faire du courrier car pour un prix sensiblement identique à celui d'une «vraie» table traçante vous aurez en plus une imprimante.

Nous avons regretté : la nécessité de devoir enlever le barillet porte-stylos pour que ceux-ci ne sèchent pas trop vite, le prix élevé des extensions, les quelques imprécisions de la notice de l'interface série et le nombre considérable de fautes d'orthographe (les fautes de frappe ne sont pas répétitives sur les mêmes mots !).

Nous avons, en revanche, apprécié : les possibilités imprimante et table traçante groupées en un seul appareil dont le prix est identique à celui d'une machine ne réalisant qu'une des deux fonctions, la puissance des commandes logicielles intégrées, la qualité du tracé et la diversité du jeu de caractères, la possibilité de disposer de toutes les interfaces normalisées actuelles et la possibilité d'avoir une machine avec un buffer de taille importante.

Service lecteur : cerclez 44.

C. Tavernier

A lire

PILOTEZ VOTRE ORIC ET ATMOS

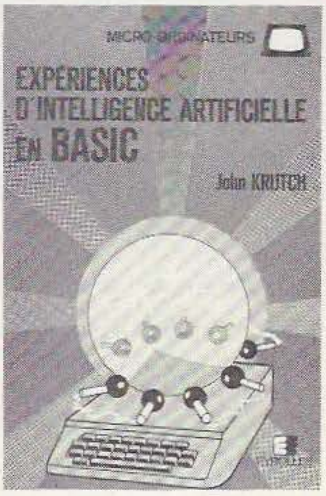
A travers ce livre, Patrick Gueulle détaille quelques possibilités intéressantes (graphiques, sonores, traitement de texte, etc.) de l'Oric et de son successeur l'Atmos. Un chapitre a particulièrement retenu notre attention, celui où il est question des interfaces possibles permettant à l'utilisateur de se lancer dans la gestion de petits processus automatiques.
Service lecteur : cerclez 32

AINSI NAQUIT L'INFORMATIQUE

Par le biais passionnant d'une démarche d'historien, R. Moreau, directeur du développement scientifique d'IBM France,explique ce qu'est l'informatique actuelle et ce vers quoi elle tend. Tout y est abordé, des supports d'information à la multiprogrammation en passant par la description de nombreux langages de bas et haut niveau. Une annexe consacrée à l'informatique en URSS clôt ce livre passionnant et nécessaire à tous ceux qui souhaitent avoir une vision d'ensemble de l'informatique, avec la distance intelligente que cette démarche implique.
Service lecteur : cerclez 33

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Si le Basic n'est pas le langage privilégié du traitement des problèmes de l'intelligence artificielle, il n'en permet pas moins d'aborder l'I.A. comme le prouve «Expériences d'intelligence artificielle en Basic», ouvrage écrit par John Krutch et destiné aux possesseurs de TRS 80 (Microsoft niveau II) : des adaptations mineures sont à réaliser pour d'autres appareils. Après une petite introduction à l'I.A., différents exemples sont proposés dont un programme de jeu de dame. Viennent ensuite des thèmes tels que le raisonnement par ordinateur, la créativité (composition de poèmes par ordinateur, etc.), le traitement du langage naturel à travers le

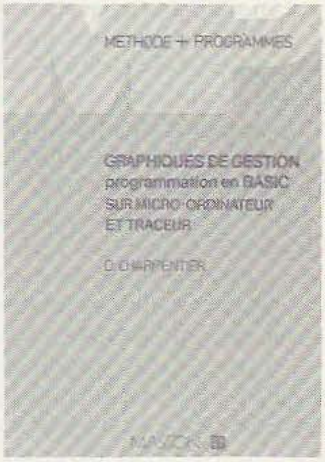


programme «Doctor». Un ouvrage, en somme, didactique et qui donnera peut-être à certains le goût d'aller beaucoup plus loin dans ce domaine.

Service lecteur : cerclez 31

GRAPHIQUES DE GESTION

L'objectif de cet ouvrage est de démontrer, par le biais d'applications concrètes, que le graphique par ordinateur n'est ni un gadget réservé aux réalisations artistiques, ni un outil sophistiqué nécessitant le recours au «grand chaudron» informatique. Les applications graphiques peuvent, au contraire, trouver une place à part entière parmi les applications de gestion existant déjà dans une petite entreprise.
Partant, d'une part, de données générales concernant l'apport du langage graphique et, d'autre part, de notions sur les contraintes matérielles, l'auteur passe en revue les instructions fondamentales de commande d'un traceur. Les chapitres suivants traitent des sous-programmes de base, écrits en Basic sur micro-ordinateur



Commodore 8032 et langage de commande HP-GL sur traceur HP 7470 A, puis des types de graphiques les plus utilisés en gestion. Chacune de ces études est accompagnée de commentaires concernant les domaines d'utilisation, ainsi que des programmes réalisés à partir des sous-programmes définis.
Service lecteur : cerclez 30

Directeur de la publication : A. LAMER. N° commission paritaire : 65637. Imprimerie : S.N.I.L. Aulnay-sous-Bois.

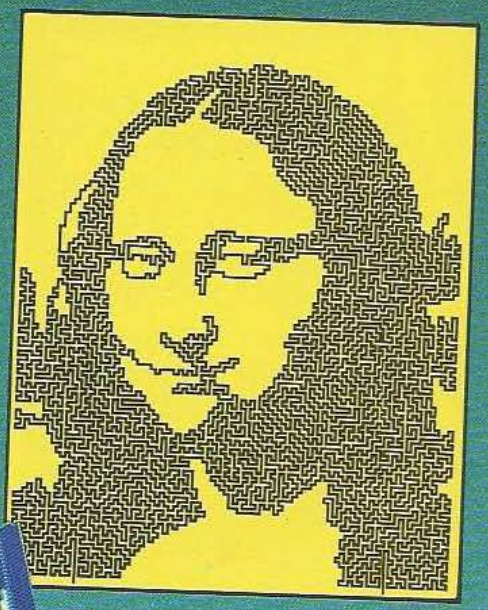
JEUX & STRATEGIE ARRIVE EN VILLE

La vraie Belote au Café du Commerce

Enfin. Voici les règles officielles de la Belote. C'est la Fédération Française de Belote qui vous les donne. Avis aux amateurs. Re-Belote et dix de der !

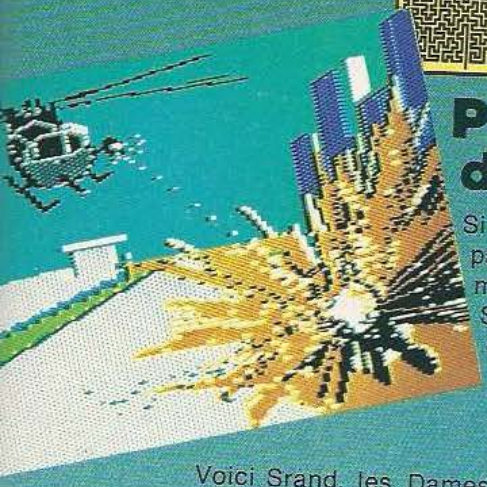
En passant par le musée...

Si Léonard voyait ça ! Cette Mona Lisa plus énigmatique que jamais est apparue aux lecteurs du dernier Jeux & Stratégie qui ne se sont pas perdu dans le grand labyrinthe que nous leur proposions. Que les autres gardent le sourire !



La traversée de Paris

Pas de chance ! Le RER est en grève et le trafic du Métro bien perturbé aujourd'hui. Et pourtant vous voilà mêlé à une sombre histoire d'espionnage dont vous ne vous sortirez qu'en jouant très habilement avec les correspondances du Métro.



Poursuite dans la ville

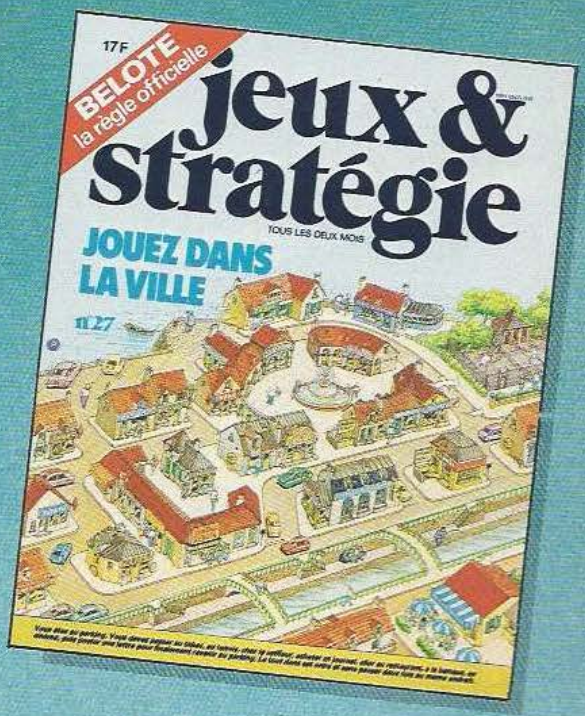
Si vous avez une petite heure à passer en tête à tête avec votre micro, pour le plaisir, Jeux & Stratégie vous propose un époustouflant jeu de poursuite... Bonne chance !

Voici Srand, les Dames du désert. C'est la version africaine de notre jeu de Dames. Vous pourrez y jouer aux Sables d'Olonne...

Et avec ce N° 27, Jeux & Stratégie démontre qu'une ville, avec ses rues, ses commerces et ses parkings, peut devenir un terrain de jeu fantastique !

Egalement au programme, les rubriques d'initiation : échecs, bridge, tarot, go...

Chez votre marchand de journaux : 17 F



jeux & stratégie

Aérez vos méninges

INVESTISSEZ DANS L'INTELLIGENCE PARTICIPEZ A LA TROISIEME REVOLUTION INDUSTRIELLE AVEC

Sciences & Techniques

Pour la révolution de l'intelligence

Chaque mois dans Sciences et Techniques

Les points forts : en bref les faits significatifs du mois, avec un survol systématique des pays les plus avancés (Etats-Unis, Japon, RFA) et des technologies «critiques» (productique, informatique, biotechnologie, matériaux, mécanique, chimie, méthodes...).

Images de la technique : les plus belles photos ou réalisations graphiques à contenu technologique.

Magazines : l'actualité des hommes, des laboratoires, des entreprises qui font le progrès. Des bilans, des expériences, des enseignements.

Dossier : une étude approfondie fondée sur des enquêtes internationales, des sources exclusives.

Articles de fond : enquêtes, analyses, sujets porteurs d'avenir avec références, noms, adresses précises pour en savoir plus.

Des idées pour innover : solutions, applications nouvelles, propositions de brevets, savoir-faire.

Livres et films scientifiques et techniques.

Analyses d'études prospectives : en peu de lignes, l'essentiel d'études de marché et de rapports confidentiels.

Calendrier international.

Technique et loisirs : produits nouveaux, suggestions techniques pour votre agrément personnel, mais aussi idées de marchés pour les entreprises.

POUR SAVOIR. PREVOIR. ENTREPRENDRE. ARMEZ-VOUS DES MEILLEURS ATOUTS.

EN CADEAU 2 N°s HORS SERIE

BULLETIN D'ABONNEMENT

(à remplir et à retourner à Sciences & Techniques 19, rue Blanche 75009 Paris)

Faites réserver dès à présent vos exemplaires pour l'année en nous renvoyant ce bulletin dûment complété.

Vous recevez en plus, gratuitement dès leur parution, deux ouvrages hors série réalisés spécialement à votre attention.

1. LE NOUVEAU MONDE DE L'IMAGE
2. L'ORDINATEUR PREND LA PAROLE

☐ Je désire m'abonner à Sciences & Techniques 11 numéros + 2 numéros hors série en cadeau

☐ Ci-joint mon règlement de 250 F* pour 1 an (au lieu de 375 F prix de vente au numéro) par chèque à l'ordre de Sciences & Techniques

☐ Je préfère régler à réception de votre facture

Date : Signature :

(*tarif étranger CEE 330 F. Envoi par avion nous consulter.

Nom : _____ Prénom : _____

Sté : _____

N° : _____ Rue : _____

_____

Code Postal : _____ Ville : _____

Pays : _____

Service lecteur : cerclez 106

SPiD PRÉSENTE

LE N°2

LISTE DES POINTS DE VENTE

06000 - MAD'S - NICE - (93) 88.04.79
06210 - ÉVOLUTION 2000 - MANDELIEU - (93) 49.81.61
08600 - MICRO-BOUTIQUE JCR - GIVET - (24) 55.01.23
10000 - MICROPOLIS - TROYES - (25) 79.03.79
11000 - I ÉLEC VIDEO CLUB - CARCASSONNE - (68) 47.08.94
11000 - R 2 I INFORMATIQUE - NARBONNE - (68) 65.15.83
12000 - BASE 2 SOCODETI - RODEZ - (65) 42.50.05
13004 - ALLIANCE - MARSEILLE - (91) 86.35.99
13005 - ELP INFO - MARSEILLE - (91) 94.91.13
13006 - MD SYSTÈME - JCR BOUTIQUE - MARSEILLE - (91) 37.62.33
13200 - LUDO - ARLES - (90) 96.79.03
14000 - OMB-VASSARD TILLIETTE - CAEN - (31) 93.48.09
16000 - S.A. LHOMME - ANGOULÊME - (45) 92.97.37
18000 - AVENIR INFORMATIQUE - BOURGES (48) 65.16.57
19100 - MICROMATIC - BRIVE - (55) 87.15.17
19100 - INFORMATIC 19 - BRIVE - (55) 87.77.08
21000 - O.M.G. MICRO LEADER - DIJON - (80) 30.12.70 +
24100 - MICRO CYRANO INFORMATIQUE - BERGERAC - (16) 56.06.06.12 +
25206 - ITA MONTBELIARD - MONTBELLIARD CEDEX - (81) 94.50.65
26000 - DOMICA - VALENCE - (75) 41.14.75
26500 - ECA ÉLECTRONIQUE - BOURG-LES-VALENCE - (75) 42.68.88
29000 - L'ORDINATEUR 29 - QUIMPER - (98) 95.92.70
30000 - DISCOUNT INFORM. SERVICE - NIMES - (66) 23.74.21
31000 - MICRO DIFFUSION - TOULOUSE - (61) 22.81.17
33000 - MICRO DIFFUSION - BORDEAUX - (56) 81.11.99
33800 - ETS COCA - BORDEAUX - (61) 92.91.78
34006 - PIB - JCR BOUTIQUE - MONTPELLIER - (67) 58.84.37
34200 - BUREAU ORGANISATION - SÈTE - (67) 74.34.10
34500 - MARCELLEC - BÉZIERS - (67) 31.37.65
37170 - LIM - CHAMBRAY-LES-TOURS - (47) 27.29.00
38500 - MICRO AVENIR - VOIRON - (76) 65.72.55
39000 - MICRO 39 - JEAN-PIERRE-ANDRÉ - LONS-LE-SAUNIER (84) 24.45.39
41500 - T.I.M. - MER - (54) 81.62.47
42000 - DÉTROIT INFORMATIQUE - SAINT-ÉTIENNE - (77) 33.58.59
42100 - SAINT-ÉTIENNE COMPOSANTS - SAINT-ÉTIENNE (77) 33.50.14
42300 - MICRO SYSTÈME RHONE-ALPES - ROANNE - (77) 68.67.99 +
44100 - SILICONE VALLÉE - NANTES - (40) 73.21.67
45000 - TÉLÉPHONIE BIS - ORLÉANS - (38) 54.34.34
47000 - JULIEN ÉLECTRONIQUE - AGEN - (58) 66.55.64
49000 - TEMPS X - ANGERS - (41) 88.95.07
49300 - CHOLET INFORMATIQUE - CHOLET - (41) 46.02.40
54000 - SÉREC - NANCY - (8) 332.12.60
56000 - L'ORDINATEUR 56 - VANNES - (97) 42.52.20
56100 - L'ORDINATEUR 56 - LORIENT - (97) 64.52.54
57504 - ARGO INFORMATIQUE - SAINT-AVOLD - (87) 92.54.84 +
57800 - CMI - FREYMING MERLEBACH - (87) 81.14.89
59000 - ETS BOULANGER - LILLE - (20) 54.98.75
59000 - BÉCY INFORMATIQUE - LILLE - (20) 92.33.06
59400 - MICROSHOP - CAMBRAI - (27) 81.98.09 +
59500 - CID - DOUAI - (27) 88.47.20
59800 - M.B.D.C. - LILLE - (20) 57.91.87
60108 - QUENEUTTE - CREIL - (4) 425.04.26
60200 - LARDET S.A. - COMPIÈGNE - (4) 423.07.86
63000 - IMPACT - CLERMONT-FERRAND - (73) 92.17.55
64110 - ESPACE MICRO 64 - BAYONNE - (59) 59.41.55
64600 - INFORMATIQUE BASCO LANDAISE - ANGLET - (59) 31.96.05
66000 - SÉRIE INFORMATIQUE - PERPIGNAN - (68) 34.00.11
67150 - ETS A. FRITSCH - ERSTFIN - (88) 98.03.51
68000 - E.I.B. - COLMAR (89) 23.68.35
69003 - B.I.M.P. - LYON (7) 860.84.27
69400 - MICRO INFORM.BEAUJOLAISE - VILLEFRANCHE-S/SAONE - (74) 68.44.92
70000 - ÉLECTRO BOUTIQUE - VESOUL - (84) 76.49.52 +
71100 - AVENIR ÉLECTRONIQUE - CHALON/SAONE - (85) 48.73.35
71400 - C.H.B. ÉLECTRONIQUE - AUTUN - (85) 52.70.26
72000 - MICROTIQUE AESCULAPPLE - LE MANS - (43) 24.97.80
73100 - L'ORDINATEUR - AIX-LES-BAINS - (79) 88.19.07
74102 - D.S.A. MICRO - ANNEMASSE - (50) 38.31.40
75001 - VIDEO SHOP - PARIS - (1) 296.93.95
75005 - HACHETTE - PARIS - 633.84.68
75006 - DURIEZ S.A. - PARIS - 329.05.60
75008 - ÉNERGY 8 - PARIS - 293.41.33
75009 - LE JEU ÉLECTRONIQUE - PARIS - 526.62.93 / 874.43.20
75009 - LPS BUREAU - PARIS - 878.26.45
75009 - J.C.R. ÉLECTRONIQUE - PARIS - 282.19.80
75010 - GÉNÉRAL VIDEO - PARIS - 206.50.50
75010 - LOGIC STORE - PARIS - 206.72.28
75011 - COCONUT INFORMATIQUE - PARIS - 355.63.00
75011 - P.I.T.B. - PARIS - 254.38.01
75012 - ELLIX - PARIS - 307.65.58
75014 - MIDEF - PARIS - 539.98.68
75015 - J.C.S. COMPOSANTS - PARIS - 355.96.22
75015 - ILLEL CENTRE - PARIS - 554.97.48
75016 - PENTASONIC - PARIS - 524.23.16
75016 - ANTIGONE - PARIS - 743.13.41
76600 - MICRO MAX - LE HAVRE - (35) 41.77.47
76600 - V.P.C. BUREAU - LE HAVRE - (35) 42.49.21
76600 - L'ORDINATEUR - LE HAVRE - (35) 21.54.55
77000 - ÉPSILON - MELUN - 437.51.95
80000 - LOGIC - AMIENS - (22) 95.54.84
83000 - P.S.I. ÉLECTRONIQUE - TOULON - (94) 93.11.20
86011 - LISTE INFORMATIQUE - POITIERS CEDEX - (49) 41.43.86
87000 - MICROLIM - LIMOGES - (55) 34.10.12 +
89100 - MINI LOISIRS - SENS - (86) 64.41.91
89100 - LASOBIKOR YONNE - SENS (86) 64.51.26 +
91210 - VIDEOTRONIC - DRAVEIL - 940.28.30
92100 - AXIOME - BOULOGNE - 604.02.21
92100 - OLIG - BOULOGNE BILL. - (1) 605.05.59
94100 - DIXMA - SAINT-MAUR - 885.98.22
98000 - MICROTEK 2 - MONACO - (93) 30.67.67 +
88002 - A.V.M. - ÉPINAL (29) 82.14.97

SUCCÈS OBLIGE

Le deuxième d'une longue série de guide des logiciels.
Plus d'un tiers de nouveautés.

AU SOMMAIRE :

— **Une sélection de 416 programmes en Anglais ou en Français pour :**
APPLE - ATARI - COMMODORE V20 et C64 - EPSON HX 20 - ORIC 1 et ORIC ATMOS - IBM PC - SINCLAIR ZX81 et SPECTRUM TRS 80 - THOMSON TO 7 - HECTOR.

— **Les fiches techniques de chaque programme comprenant :**
La description précise du programme.
Son prix moyen constaté.
Sa compatibilité avec tel ou tel micro.

— **En plus vous trouverez :**
Des conseils pour choisir et acheter le programme que vous cherchez.
Des index pour trouver facilement ce que vous cherchez.

EN VENTE 15 F CHEZ VOTRE DISTRIBUTEUR OU 15 F + 5 F DE PORT EN RENVOYANT LE COUPON CI-DESSOUS.

SPiD

LA HAUTE FIABILITÉ

BON DE COMMANDE A RENVOYER A **SPID** - 39, RUE V.-MASSÉ - 75009 PARIS
Je désire recevoir le "GUIDE DES LOGICIELS" Printemps 1984
Je joins 20 F en chèque (15 F+ 5 F de port) en règlement.

Nom .....
Adresse .....
Code et ville .....

M & R

Service lecteur : cerclez 107

PHILIP MORRIS
SUPER LIGHTS

TBWA

L'AMERICAINE SUPER LEGERE NICOTINE : 0,4 MG GOUDRONS : 3,9 MG